Revue générale des Sciences
pures et appliquées
et Bulletin de la Société Philomathique
T. LIX N°s 11-12 1952

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Un nouveau traité de Paléontologie

De même que l'Archéologie est à la base de l'Histoire, la Paléontologie, qui étudie les êtres fossiles, est à la base de la Biologie. Plusieurs colloques récents sur l'Evolution ont amené les biologistes et les paléontologistes à collaborer étroitement, concevant que la Paléontologie est effectivement de la Biologie historique. Le paléontologiste détermine les espèces fossiles, explique leur nature et leur âge, montre leurs rapports avec les groupes actuels et leur mode de vie. Alors que le biologiste a tant de mal à étudier les phénomènes évolutifs, le paléontologiste, qui dispose du Temps, exhume des séries complètes, dont les échantillons les plus anciens peuvent remonter à 10, 100 ou 500 millions d'années.

Les données de la paléontologie s'accumulent depuis un siècle ; elles ont fait l'objet de nombreux mémoires constituant maintenant des bibliothèques entières, tandis que les collections de fossiles s'étendent sur des kilomètres carrés. D'excellents manuels d'enseignement supérieur ont été écrits dans toutes les langues et mis à jour périodiquement. La fin du XIX[e] siècle a connu le beau Traité de Karl ZITTEL, exposant toute la connaissance paléontologique de cette époque. Depuis cinquante ans, les progrès ont été considérables, mais personne au monde n'osait entreprendre la rédaction d'un Traité moderne. Trouvera-t-on même un éditeur ? On vit sortir des presses de magnifiques Traités de Chimie, puis le célèbre Traité de Zoologie, publié sous la direction de P. P. GRASSÉ. L'espoir revint, puisqu'il existait en France des paléontologistes et des éditeurs. Des bruits se mirent à courir, après la Libération : les paléontologistes s'étaient réunis et mis d'accord pour réaliser une œuvre collective et de grands éditeurs allaient faire un nouveau miracle à date fixe. Puis vraiment, au jour dit, à la fin du printemps 1952, on vit dans les vitrines des volumes à reliure verte : c'était le nouveau

Traité de Paléontologie, publié chez Masson, sous la direction de M. Jean Piveteau, professeur à la Sorbonne.

L'ouvrage complet comprendra sept volumes : Tomes I, II et III : Invertébrés. Tome IV : Les premiers Vertébrés : Agnathes, Placodermes, Elasmobranches, Crossoptérygiens et Dipneustes. Tome V : Les premiers Tétrapodes et la conquête de l'air : Amphibiens, Reptiles et Oiseaux. Tome VI : Les Mammifères. Tome VII : Les Primates et l'Homme.

Dès maintenant, nous disposons des deux premiers volumes.

Tome I. Un vol. in-8°, 782 pages, 801 figures, 39 planches. (Prix : 8.950 fr.) — Après une belle introduction de M. Jean Piveteau, M. Jean Roger expose les problèmes de la fossilisation et M. H. Tintant ceux de la Systématique bien comprise.

Mlle Colette Dechaseaux (qui a assumé la très lourde tâche de secrétaire de la rédaction du Traité), parle ensuite des tendances nouvelles de la Paléontologie (Paléontologie, Chronologie, Ecologie), puis la Phylogénie du règne animal est exposée par † L. Cuénot et Mlle Tétry.

Ces 80 pages d'introduction nous montrent déjà le sens de ce nouveau Traité. La Systématique sera accompagnée de considérations biologiques, ce qui fera de la Paléontologie une science très vivante, ressuscitant les mondes disparus. Les fossiles ne sont plus des objets minéraux pourvus d'une étiquette, mais les éléments de milieux vivants.

Les Protistes, qui se trouvent au début de la classification zoologique, constituent un petit monde fort important à tous égards. M. Georges Deflandre a traité les Flagellés (pp. 99-130, 150 figures), les Radiolaires (pp. 303-313, 53 figures) et les *Incertae sedis*, comme les Hystrichosphères (pp. 322-329, 72 figures). M. Jacques Sigal présente le monde des Foraminifères en un chapitre copieux (pp. 133-301, 117 figures, 29 planches), confiant le chapitre des Fusulinidés à un spécialiste du groupe, M. R. Ciry (pp. 179-191).

Les Spongiaires sont traités par M. Léon Moret (pp. 331 à 374, 22 figures) et on arrive aux Coelentérés. M. J. Alloiteau présente les Hydrozoaires (pp. 377-398), les Scyphozoaires (pp. 399-407), les Alcyonaires (pp. 408-417), laisse la place au professeur P. Lecompte de l'Université de Louvain, pour le chapitre des Madréporaires paléozoïques (Tétracoralliaires et Tabulés, pp. 419-538, 229 figures) et reprend avec les Madréporaires post-paléozoïques, son domaine familier (pp. 539-684, 139 figures, 10 planches).

Les Bryozoaires, dont la valeur a été longtemps méconnue, font l'objet du dernier chapitre, rédigé par M. Emile Buge (pp. 688-749, 142 figures).

Tome II. Un vol. in-8°, 790 *pages*, 801 *figures*, 48 *planches*. (*Prix* : 9.850 *fr.*). — Le premier chapitre, consacré aux Brachiopodes (pp. 1-60, 121 figures, 12 planches), est l'œuvre de M. Jean Roger, qui l'a terminé par une bibliographie de 330 titres et un glossaire bien précieux. Le même auteur traite les Annélides (pp. 167-202, 45 figures). Après quelques pages consacrées aux Amphineures et aux Scaphopodes, Mlle Colette Dechaseaux traite la totalité des Lamellibranches (pp. 220-364, avec 215 figures dont d'étonnantes photographies de Rudistes, et une enclave de M. G. Lucas sur la structure du test).

M. Henri et Mme Geneviève Termier décrivent les Gastéropodes (pp. 365-460) avec 240 figures et une bibliographie de 386 titres.

Les Céphalopodes, domaine immense, sont présentés par Mme Eliane Basse (pp. 460-461), qui traite les Nautiloïdes (pp. 463-521, 17 figures, 13 planches), les caractères généraux des Ammonoïdes (pp. 522-555), puis les Ammonoïdes s. str. (pp. 581 à 688, 18 figures, 24 planches). Mgr G. Delépine décrit les Clyménies (pp. 556-558, 2 figures) et les Goniatites (pp. 559-581, 41 fig.), tandis que M. Jean Roger (quatre fois nommé), termine le volume avec le chapitre des Bélemnites et autres Céphalopodes dibranches (pp. 689-755, 102 figures).

....

Ayant présenté les deux premiers volumes du Traité de Paléontologie, il nous est agréable de dire que c'est une réussite. Je ne parle même pas de la haute qualité des textes, puisque chaque chapitre a été écrit par un spécialiste, je ne dirai pas éminent, selon l'usage, mais d'une compétence incontestée, ce qui est mieux. Il serait presque inconvenant de féliciter les auteurs de si beaux travaux. Il est mieux de considérer l'ensemble. M. Jean Piveteau a réuni les auteurs les plus qualifiés, qui ont accepté une certaine discipline permettant d'équilibrer les matières et d'affirmer l'unité de plan. L'illustration est abondante et de bonne qualité. Chaque chapitre est terminé par une bibliographie. La présentation matérielle est, comme toujours, parfaite.

Le nouveau Traité de Paléontologie est un ouvrage qui intéressera les zoologistes tout autant que les géologues, tant en France qu'à l'étranger.

A une époque où les travaux pacifiques souffrent beaucoup de la concurrence des programmes de destruction, il est bien consolant de voir la Science française manifester sa vitalité et sa qualité. Il faut remercier les auteurs et les éditeurs de s'être associés pour réaliser une œuvre monumentale, de haute valeur, sans équivalent dans les autres pays du monde.

Raymond FURON.

LES LIVRES REÇUS

ANDREWS (T. G.). — Méthodes de la Psychologie. Tome I : Sensations, mémoire et apprentissage. Comportement animal. Pensée. Tome II : Activité et affectivité. Aptitudes. Personnalité. Psychologie clinique. (Presses Universitaires de France, Paris), chaque volume 1.500 fr.

BLATT (John M.) et **WEISSKOPF (Victor F.).** — Theoritical Nuclear Physics (John Wiley and Sons, New-York), 12 dollars 50.

BOURCART (Jacques). — Les Frontières de l'Océan. (Coll. Sciences d'aujourd'hui, Albin Michel, Paris), 900 fr.

BOURDELLE (E.) et **BRESSOU (C.).** — Anatomie régionale des animaux domestiques. IV. Carnivores : chien et chat. (J.-B. Baillière, Paris.)

BROCKMANN-JEROSCH (Marie) et **HEIM (A. et H.).** — Albert Heim, Leben und Forschung. (Wepf et Cie, Bâle), 17,80 fr. suisses, relié.

COURTY (C.). — Charbons activés (adsorption des gaz et des vapeurs). (Gauthier-Villars, Paris), 4.500 fr.

DECHAMBRE (Edmond). — Les Chiens. (Coll. Que sais-je ? Presses Universitaires, Paris), 150 fr.

DELAMARE-DEBOUTTEVILLE (C.) et **PAULIAN (R.).** — Faune des nids et des terriers en Basse Côte-d'Ivoire. (Lechevalier, Paris), 1.350 fr.

FOCH (René). — La Haute Autorité de la Vallée du Tennessee (Tennessee Valley Authority). (Presses Universitaires de France, Paris), 500 fr.

KONRAP (P.) et **MAUBLANC (A.).** — Les Agaricales. Tome II : Russulacées, Hygrophoracées, Gomphidiacées, Paxilhacées, Bolétacées. (Lechevalier, Paris), 2.200 fr.

KUHNHOLTZ-LORDAT (G.). — Le Tapis végétal et ses rapports avec les phénomènes actuels de surface en Basse Provence. (Lechevalier, Paris), 3.500 fr.

LESSE (H. de). — Flore et Végétation de l'EQE Grœnland. (Herman et Cie, Paris.)

MASSON (H.). — Le calcul graphique à l'usage des Ingénieurs. (Eyrolles, Paris), 950 fr.

MAY (Raoul-Michel). — La Greffe. (Coll. L'Avenir de la Science, Gallimard, Paris), 900 fr.

MOLDENKE (Harold N.) et **ALMA (L.).** — Plants of the Bible. (Chronica Botanica, Waltham et Lib. Raymann, Paris), 7 dollars 50.

(suite p. 336.)

LA NOTION DE SCRUPULE
dans la psychologie des mathématiques

par François ROSTAND

Nous voudrions réunir ici, sous une forme abrégée, quelques-uns des résultats auxquels nous avons été conduit au cours d'une étude que nous poursuivons depuis plusieurs années sur la psychologie des mathématiques. Comme il s'agit seulement d'un résumé, on n'y épuisera ni l'historique ni la bibliographie qui figureront dans un exposé ultérieur, et plus complet, de la question. On ne saurait cependant parler de psychologie des mathématiques sans évoquer le nom de M. J. PIAGET, dont les travaux, depuis un quart de siècle, ont transformé la psychologie génétique — spécialement en ce qui concerne l'acquisition des notions mathématico-logiques par l'enfant — et dont l'influence se fait sentir jusque dans le domaine de l'épistémologie — devenue « génétique » dans la conception toute nouvelle de l'illustre psychologue. Aussi bien ne nous sommes-nous pas risqué dans un domaine si bien exploré : quelle témérité ne faudrait-il pas pour espérer d'y découvrir encore quelque chose ? C'est vers le raisonnement et la recherche mathématique de l'adulte que nous nous sommes tourné. Certes, les difficultés sont nombreuses, car les documents livrés par les mathématiciens sont rares, et l'introspection ne fournit que des données ambiguës. Pourtant, par les moyens conjugués de l'introspection et de la critique des textes (*Correspondances*, en particulier), on peut parvenir à des vues assez précises.

La place occupée par les mathématiques, au premier rang des sciences pures, les voue à des devoirs spéciaux. Science de l'exactitude, elles ne sauraient accepter les risques de l'incertain : des preuves seront constamment requises. Or, la moindre faute de rigueur dans la preuve apparaîtra comme une tare grave : ce n'est point assez que de vouloir démontrer, il importera de bien démontrer. Enfin, il n'est pas question de se reposer sur des assertions prudentes : les mathématiques ne vivront que de précision.

Il apparaît donc que le mathématicien est condamné à une « inquiétude perpétuelle de vérification » — selon la formule de Léon BRUNSCHVICG (1) — puisqu'il devra craindre les erreurs du

(1) *Etapes de la philosophie mathématique.* 3e édit., p. 561.

raisonnement comme celles de l'intuition, et qu'ayant contrôlé l'exactitude des opérations qu'il utilise, il devra encore contrôler le bien-fondé de cette utilisation. Jamais la vérité ne devra lui sembler assez bien cernée ou assez largement développée. Une proposition est-elle strictement démontrée ? mais est-elle *ce qu'il fallait démontrer* ? N'y a-t-il pas, dans les hypothèses, dans le raisonnement subséquent, des erreurs *relatives*, en quelque sorte, à une vérité virtuelle et mieux discriminée ?

Les axiomes, comme l'ordonnance des théorèmes, sont passibles de remaniements ; les résultats peuvent être améliorés ou amendés ; à cela il faudra toujours songer, afin d'éviter, outre l'erreur d'application du critère ou de la règle, celle du *choix* de ce critère ou de cette règle : création de l'esprit, les mathématiques gardent sur elles-mêmes un imprescriptible droit de réforme, en vertu duquel une vérité puisse toujours voir son privilège aboli.

Pour se préserver de l'erreur — ou de ce qu'il hypostasie sous ce nom — le mathématicien devra s'instituer son propre juge ; et une « réflexion sur la réflexion », un « raisonnement sur les raisonnements eux-mêmes », fera partie intégrante de la pensée mathématique (1). Il convient cependant de se demander comment naîtra cette réflexion seconde. D'où viendront les arguments nécessaires à instruire le procès ?

Sans doute un catalogue des fautes mathématiques fait-il partie du savoir potentiel du mathématicien, puisque celui-ci serait à même de tracer le schéma de celles qu'il rectifie ou qu'il évite chaque jour. Mais ces schémas sont trop nombreux pour que l'on puisse constamment les évoquer tous ; et les évoquerait-on, que l'on n'en serait guère plus avancé, car ils ne se laissent pas aisément déceler sous le déguisement concret de l'intuition. Il est rare qu'une faute se présente plusieurs fois au mathématicien sous un même visage : elle déçoit le souvenir par d'imprévisibles avatars. Le travail de critique ne consiste donc pas tant à recenser et multiplier des craintes *a priori* (2), qu'à vérifier le bien-fondé de l'une d'elles ; et l'on aura moins de profit à rappeler des expériences passées qu'à approfondir un cas actuel. La meilleure arme dont un mathématicien dispose contre l'erreur ne sera-t-elle pas alors une *sensibilité* aiguë, capable de réagir de *façon adaptée*, et à certains *moments* favorables : quand la faute est imminente, ou quand les premiers symp-

(1) R. Daval et G. T. Guilbaud. *Le raisonnement mathématique*, p. 125. Cela vaut pour le logicien. M. Goblot estimait qu'en logique, l'esprit ne peut travailler sans se regarder travailler. (*Traité de logique*, Avertissement, p. XXI.)

(2) M. G. Bachelard a dit : « toutes les *erreurs raisonnables* peuvent être recensées » (*Le Rationalisme Appliqué*, p. 29), mais autre est de déterminer et recenser les erreurs passées, autre est de prévenir les erreurs possibles.

tômes s'en sont manifestés ? Il ne s'agira plus de *règles* théoriques, mais de *scrupules*, provoqués, suggérés par la faute actuelle ou la faute qui est sur le point d'être faite.

Par « scrupule », nous entendons le *sentiment de gêne*, de doute, qui empêche le mathématicien de poursuivre sa route avec assurance : étymologiquement, « *scrupulus* », petit caillou blessant le pied, obstacle arrêtant la marche (1).

En effet, le scrupule est *irremplaçable*. S'il ne se présente pas à la conscience, il y a des chances pour qu'on se fie au raisonnement spécieux ; sur une proposition fausse, on peut bâtir un *système cohérent*. Certes, dès que l'on *doute* de la valeur d'un maillon du raisonnement, on est, le plus souvent, en mesure d'éprouver celle-ci. Une fois aperçu le danger, on l'écarte par des considérations logiques. Mais *les systèmes de défense ne tiennent pas lieu de signal d'alarme.*

L'idéal du mathématicien restera, d'ailleurs, un idéal de risque et de *difficulté*, pour employer le terme de M. G. Bachelard (2). Car le mathématicien ne saura pas s'il est dans un cas où le scrupule est de mise ou non. Il lui appartiendra de poser ou de ne pas poser cette question de confiance (3).

L'on estimera peut-être que le dilemme se résoudrait facilement par une méfiance systématique : quel inconvénient à prendre *trop* de garanties ? Ce qui consisterait, en fait, à revenir au *répertoire* des fautes possibles. Mais cette solution substitue, à la difficulté du choix, celles, autrement sérieuses, qui découlent du refus de choisir : comment, à tous propos, soulever tous les scrupules ? Le mathématicien ne saurait les admettre et les rejeter par simple décret : pour être agissants, ils doivent être sincères ; mais sincères, ils seront pénibles, obsédants. Aussi ne suffit-il pas de feindre, devant soi-même, une scrupulosité pleine de mansuétude, parce qu'elle ne demande pas de raisons, mais il faudrait avoir fait en sorte qu'en ce *moment quelconque* du raisonnement, chacun d'eux ait pu paraître assez instant pour qu'on ose juger de son opportunité.

---

(1) Nous nous limitons au *sens B* du *Vocabulaire de philosophie* de M. A. Lalande (II, p. 742).

(2) « Je n'hésite pas à donner cette allure dynamique de la *difficulté* comme un caractère distinctif, comme un caractère fondamental de la science contemporaine... Cest la difficulté qui nous donne la conscience de notre moi culturel » (*Le Rationalisme Appliqué*, p. 214).

(3) Et il y a de *faux scrupules*, qui s'évanouissent après un examen plus approfondi de la question : il est remarquable que des mathématiciens tels que Stieltjes ou Hermite n'en sont pas exempts.

Ce rôle du scrupule dans l'établissement d'une connaissance élaborée est un fait général, qui dépasse le cadre de la pensée mathématique et même scientifique : toute méthodologie doit en tenir compte, et le dogmatisme le plus intransigeant y trouve sa mesure. Que l'on parle d'autocritique ou d'examen de conscience, c'est toujours le scrupule qui inspire les objections — même s'il semble ensuite que l'on ne pouvait pas ne pas y songer.

Cependant, chaque discipline met en jeu des scrupules d'un certain genre ; et chez le mathématicien particulièrement, il est permis non seulement de déceler une *scrupulosité* sévère, mais de reconnaître en elle des éléments permanents et bien définis : il y a *des scrupules* qui sont essentiels à la pensée mathématique.

En somme il s'agit, pour le mathématicien, non d'être gêné *confusément*, mais de ressentir des gênes caractérisées, qui appellent tel ou tel mode de vérification logique. Sans cela il serait fort malaisé de rectifier l'erreur : et l'on aurait beau *savoir* que le raisonnement fût erroné, on ne serait pas en état de faire porter où il faut l'effort de vérification : « Je suis aussi surpris que vous l'avez pu être par votre annonce que vous avez trouvé une erreur dans votre point de départ, écrit STIELTJES à HERMITE (1), et, quoique je voie bien qu'on ne peut rien reprocher à votre nouveau raisonnement, je ne me rends pas compte encore en quel point l'ancien se trouve en défaut » : le scrupule n'étant pas *encore* né, on ne saurait le suppléer.

Il nous semble qu'une étude du *scrupule* s'inscrit précisément dans la ligne de recherches qu'a tracée M. G. BACHELARD : le rôle du « sur-moi culturel » (2) n'est-il pas naturellement d'inspirer au mathématicien les scrupules destinés à contrebalancer les séductions des valeurs sensibles ? D'où proviendrait la « surveillance intellectuelle de soi », si ce n'est du scrupule, en tant que spontanéité de surveillance ?

A cet égard, les *Correspondances* d'HERMITE et de STIELTJES, de LEJEUNE-DIRICHLET et de LIOUVILLE, se montrent révélatrices. Il apparaît en particulier que les scrupules mathématiques se laissent ramener à un petit nombre de *types* fondamentaux, définis par leur unité fonctionnelle, un même type de scrupules pouvant jouer à propos d'êtres mathématiques tout à fait différents, et à des niveaux tout à fait différents de la culture mathématique : aussi bien chez l'écolier que chez le mathématicien créateur.

---

(1) *Lettre*, 28 mars 1890. — *Corresp.*, II, p. 33.
(2) Cf. *Le Rationalisme Appliqué*, ch. IV.

Une des premières questions qui vient à l'esprit est de savoir si tous les esprits mathématiques (1) partagent les *mêmes* scrupules, ou s'ils diffèrent en « scrupulosité ». Or, il apparaît que les scrupules mathématiques sont de deux sortes :

Des *scrupules universels*, qui ne seraient désavoués par aucun mathématicien, et que l'on peut considérer comme universellement valables — quoique rien ne prouve que certains mathématiciens ne puissent s'en dispenser plus ou moins, selon les travaux qu'ils accomplissent ou selon le point de vue qui leur est familier ;

Des *scrupules non-universels*, qui n'appartiennent qu'à certains mathématiciens — ou à certains groupes de mathématiciens —, mais qui n'en sont pas moins impérieux lorsqu'on y défère (2).

Les scrupules universels s'apparentent à deux classes principales. En effet, le mathématicien doit se garder avant tout de deux écueils : la *contradiction* et la *tautologie*. La contradiction est généralement révélée par des indices de *discordance* ; le *scrupule de non-discordance* sera le scrupule par excellence, dans la mesure où toute critique du raisonnement supposée que l'on se réfère à un contre-raisonnement qui ne concorde pas avec le premier raisonnement et apparaît en discordance précise avec tel ou tel maillon de celui-ci. Au contraire, le *scrupule anti-tautologique* prend naissance quand la concordance semble *trop* parfaite, et quand on peut suspecter la belle simplicité de masquer une tautologie. Quelqu'élémentaires qu'ils soient, ces scrupules appartiennent aux plus grands mathématiciens : la correspondance d'Hermite et de Stieltjes en donne le témoignage.

Mais, si le *scrupule de non-discordance* et le *scrupule anti-tautologique* nous avertissent de l'imminence des deux dangers contraires que constituent, pour le raisonnement, la contradiction et la tautologie, ils ne nous révèlent pas toujours le moyen d'y parer : sans doute ferons-nous scrupule d'assumer un raisonnement tautologique ou contradictoire, mais encore devons-nous le rectifier, et, pour cela, en reconnaître le point faible. Où se situe la faute ? en quoi consiste la discordance ? d'où provient la tautologie ? Au sein du raisonnement globalement réprouvé, il s'agira de discerner de

---

(1) Etant laissé de côté le cas de l'enfant qui n'a pas encore acquis la pleine possession de ses moyens intellectuels, et le cas de l'adulte atteint d'incompréhension mathématique.

(2) Moins impérieux que les scrupules proprement dits, il existe aussi des *soucis esthétiques*, au nom desquels le mathématicien refusera des raisonnements, même corrects, s'ils ne sont pas « élégants », s'ils ne présentent pas certaines qualités formelles : en axiomatique, par exemple, le mathématicien se propose un certain idéal (cf. G. Bouligand, *Structure des Théories*), et, s'il ne l'atteint pas, il aura un sentiment d'échec, plus qu'une conscience de faute.

façon exacte ce qui est fautif d'avec ce qui ne l'est pas. C'est alors que se fait sentir l'utilité de scrupules plus fins, et doués d'un *pouvoir séparateur* plus grand.

A) *Scrupules rattachés au scrupule de non-discordance :*

a) La discordance est parfois si légère que le mathématicien serait tenté de la négliger ; mais un *scrupule d'adéquation* l'inquiétera tant que la concordance n'aura pas été rendue parfaite. Telle méthode semble bonne, mais elle ne « satisfait pas absolument » le mathématicien ; le raisonnement semble exact, mais on n'en est « pas tout à fait sûr » ; telle approximation qui pourrait déjà sembler « très belle » est jugée insuffisante (1).

b) Très souvent, la discordance tient à un défaut de *conservation* : telle expression algébrique a été altérée, telle hypothèse n'a pas été respectée. Le *scrupule de conservation* mettra le mathématicien en garde contre ce manque de fidélité ; en particulier, le *scrupule de réciprocité* (2) veille à ce que l'équivalence soit parfaite entre prémisses et conclusions ; on décèle ce scrupule chez Schopenhauer (3), qui s'élève contre le principe de « réciprocation des raisons », à propos d'exemples géométriques.

c) Mais la discordance n'est jamais totale, en ce sens qu'un résultat discordant est le plus souvent masqué par une concordance apparente et partielle. Et l'on ne décèlera celle-là que si l'on s'attache, avec assez de soin, à éprouver celle-ci. Le *scrupule différenciateur* s'exercera contre les fausses analogies ; et grâce à lui le sujet-raisonnant soupçonnera quelque différence entre l'objet de son raisonnement et les objets auxquels jusqu'alors des raisonnements analogues s'étaient dûment appliqués : il prendra *conscience du fait* que son raisonnement suppose une analogie, et, du même coup, se mettra à douter de la valeur de celle-ci. Ce scrupule intervient donc précisément quand il n'y a pas de différence évidente entre deux termes, quand on serait *a priori* porté à les identifier : en tant que scrupule *désidentificateur*, il jouit d'une singulière importance (4).

Il consiste en somme à *revaloriser* les différences (il se rapprocherait d'un sentiment d'étrangeté), à nier l'équivalence des cas, des êtres, des relations, des méthodes.

(1) *Lettres* d'Hermite et de Stieltjes du 23 février 1887, du 13 et du 17 octobre 1888, du 29 mars 1889, du 12 juin 1889.

(2) Cf. J.-M.-C. Duhamel : *Des Méthodes dans les sciences de raisonnement.*

(3) *De la quadruple racine du principe de la raison suffisante*, pp. 48 et 235.

(4) L'identification n'a-t-elle pas été considérée comme le mécanisme essentiel de l'explication scientifique (E. Meyerson) ? Mais elle doit s'exercer *à bon escient*, et le scrupule y veillera.

1° - Telle lettre peut ne pas être prise dans le même sens que précédemment (telle ex-constante est prise pour variable) et la différence porte sur le sens assigné explicite.

2° - Tel être mathématique, précédemment défini, change de *valeur*, parce que certaines circonstances (implicitement posées par la définition) ont changé ; la différence porte sur le sens assigné implicite.

3° - Telle *relation* change de sens assigné — explicite ou implicite.

4° - D'une façon générale, dans *tel raisonnement* — tel tronçon de raisonnement — certaines circonstances sont différentes.

Le principe d'identité peut être interprété de la façon suivante : « quand une proposition est établie une fois, elle l'est indéfiniment » (1). Or, l'application de ce principe est passible du *scrupule différenciateur* ; car il convient de se demander si l'on se trouve bien dans les *conditions* où la proposition a été établie (si les symboles sont bien pris dans le même sens, etc...).

Ce scrupule peut intervenir en axiomatique : à partir du moment où on a posé la correspondance entre 1 droite et 2 points, et où on a supposé que sur une droite il peut y avoir 3 points, on devra considérer à part le cas de 3 points alignés, pour ce qui est de la *détermination* d'un plan par trois points.

Le groupe de 2 éléments (points) étant *lié* à d'autres éléments de la droite, on *distinguera les éléments-liés* d'avec les *éléments-libres* : étant « déterminés », avec la droite, par la donnée de *deux* points, les « points-liés » ne sont pas équivalents à ceux-ci : on fera scrupule de ne pas distinguer le cas, qui paraît général, des trois points quelconques, d'avec le cas, qui semble particulier, de trois points liés un à deux (2).

De même, le scrupule différenciateur intervient lorsqu'il s'agit « dans le plan euclidien, de la catégorie des courbes réelles du second degré », et que l'on doit dire « si l'on accepte ou non les coniques réduites à un couple de droites » (3) : les couples de droites jouent-ils ou non, *dans la question*, un rôle analogue aux coniques, avec lesquelles ils ont des propriétés communes ? Va-t-on ou non différencier ces êtres qui, d'un certain point de vue, sont identiques ?

---

(1) R. Poirier : *Le Nombre*, p. 33.

(2) Dans le cas des *axiomes*, le scrupule de différenciation porte sur des différences aperçues comme *possibles*, et ultérieurement démontrées comme logiquement non-contradictoires. Ce sont des *différences existentielles* qui sont posées non contradictoirement.

(3) G. Bouligand : Epistémologie dualiste et analyse historique de quelques théories, *Thalès*.

Ce scrupule différenciateur se manifeste très souvent dans la correspondance d'HERMITE et de STIELTJES (lettres du 12 mars 1887, du 14 novembre 1888, du 19 février 1889, du 19 mars 1889, du 7 février 1890, du 2 septembre 1890, du 12 mars 1891, du 8 mars 1893, du 15 mai 1894) (1).

d) Cependant, même quand le scrupule différenciateur a alerté le mathématicien, celui-ci peut conclure indûment à la vanité d'un tel scrupule lorsque les différences sont très cachées ; en ce cas, il faudra un *scrupule de différenciation seconde* pour contrebalancer les raisons, apparemment bonnes, d'éluder le scrupule différenciateur (cf. *Lettre* d'HERMITE, 25 mars 1889).

e) La différence peut d'ailleurs être si faible que, même quand elle a été aperçue, les cas différenciés semblent identiques à *tout autre point de vue*, et, pour ainsi dire, *jumeaux* (2) : le rôle du *scrupule gémellisateur* sera de dissocier des cas jumeaux antérieurement confondus. On trouverait des exemples de « gémellisation » dans certaines démonstrations (3).

f) Mais le mathématicien n'a pas toujours sous les yeux les deux termes de la discordance ; souvent il devra en rechercher un dans le passé ; en particulier, beaucoup de raisonnements (non formalisés) reposent sur des hypothèses de négligeabilité : on a mis de côté ce qui, du point de vue adopté, n'était pas important : on a négligé le négligeable (4). Mais le mathématicien ne doit pas pour cela oublier qu'il a négligé quelque chose, car si, en cours de route, le point de vue change, ce qui avait été supposé négligeable peut cesser de l'être. D'où l'utilité d'un *scrupule de dénégligeabilisation*, si l'on ose proposer ce néologisme (5), ou de *récupération* des hypothèses.

g) La discordance peut aussi être virtuelle : ayant obtenu un résultat, le mathématicien doit en éprouver la généralité, et, à cette

(1) Comme me l'a fait remarquer M. G. BOULIGAND, le scrupule différenciateur a manqué à RIEMANN lorsque celui-ci, pour justifier le principe de DIRICHLET (existence d'une fonction harmonique, dans un domaine, prenant des valeurs prescrites sur la frontière), admit que l'intégrale triple

$$\iiint\left[\left(\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2\right] dx\, dy\, dz$$

étendue au domaine, avait un minimum effectivement atteint, parce qu'elle avait une borne inférieure.

(2) Des jumeaux ne sont pas identiques, s'ils présentent une *symétrie en miroir*.

(3) Cf. J.-M.-C. DUHAMEL, *op. cit.* II, pp. 313-14, et *Correspondance* d'HERMITE et de STIELTJES (*lettres* du 3 avril 1889, du 2 juin 1889, etc).

(4) Cf. G. BACHELARD : *La formation de l'esprit scientifique*, p. 223, et *Le Rationalisme Appliqué*, p. 86.

(5) Ce scrupule nous aidera, par exemple, à déceler la faille d'un raisonnement spécieux (cf. E. KASNER et J. NEWMAN : *Les mathématiques et l'imagination*, pp. 146-47).

fin, il essayera de bâtir des « contre-exemples » (1). Il sera alors soutenu par un *scrupule de non-généralité*, et, plus précisément, par un *scrupule d'exception* qui le mettra en garde contre l'oubli des cas exceptionnels et le guidera dans sa recherche des contre-exemples. En particulier, la *zone frontière* des domaines de validité devra être explorée ; les singularités y sont fréquentes ; le *scrupule de limites* sera une variante très importante du scrupule d'exception : ne doit-on pas limiter un domaine d'intégration, faire une coupure, etc... ? (2).

h) Pour être certain de n'omettre aucune exception, le mathématicien se livrera à des « dénombrements » — comme disait déjà DESCARTES. Ceux-ci doivent être complets : un *scrupule d'exhaustion* sera indispensable au mathématicien.

i) Or, l'omission pourrait porter sur des cas de validité, non d'exception : un résultat, fût-il pleinement valable, n'est pas satisfaisant tant qu'on ne lui a pas donné toute l'extension possible ; à l'opposé du scrupule de non-généralité, le *scrupule d'extension* — à la limite des soucis esthétiques — inquiétera utilement le mathématicien (3).

j) Enfin, il peut arriver que la discordance elle-même — que tous les scrupules précédemment cités visent à élucider et à exclure — ne représente pas une tare absolue dans le raisonnement, et qu'elle ne soit qu'apparente : le *scrupule de conciliation* suggérera au mathématicien les raisons pour lesquelles la discordance peut être acceptée (4).

B) *Scrupules rattachés au scrupule anti-tautologique :*

a) La tautologie complète est rare ; à craindre est surtout la tautologie partielle, qui mêle aux conclusions une part déjà connue, et aussi la pétition de principe, qui bâtit, pour ainsi dire, une tautologie sur l'inconnu. Le *scrupule de non-immixtion* mettra le mathématicien en garde contre l'immixtion du postulé dans le conclu, et de l'indémontré dans le démontré.

b) Les hypothèses ne doivent pas être indûment enrichies par des apports non-démontrables ; or, cette non-démontrabilité peut

---

(1) Cf. G. BOULIGAND : *Aspects intuitifs de la mathématique*, pp. 180 et 222 sqq.
(2) *Lettres* d'HERMITE et de STIELTJES du 14 mars, du 3 avril, du 31 mai, du 12 juin 1889.
(3) Cf. *Correspondance* de STIELTJES et d'HERMITE, I, p. 369 ; II, p. 127.
(4) Cf. *Correspondance* d'HERMITE avec STIELTJES, I, pp. 267-68 ; II, pp. 92 sqq.

être *relative* au cas du raisonnement considéré, lequel était précisément appelé à démontrer la vérité de ces hypothèses surnuméraires : le *scrupule de prédicativité* rappellera au mathématicien que la thèse à démontrer ne doit pas intervenir à titre d'hypothèse, ni le défini dans la définition. La scrupule de prédicativité est décelable, par exemple, chez STIELTJES quand celui-ci critique une démonstration de KRONECKER (*Lettre* à HERMITE, 19 février 1889).

c) A la limite des soucis esthétiques, le *scrupule de non-relativité* suggérera au mathématicien d'éviter l'immixtion des repères dans les résultats du repérage, et de préférer les méthodes *intrinsèques* (1).

d) L'existence même de certains êtres mathématiques peut être plus ou moins illusoire selon qu'elle *dépend* ou non de l'existence d'autres êtres : le scrupule *anti-tauto-ontologique* enjoindra le mathématicien de s'assurer que les éléments posés comme nouveaux sont totalement nouveaux, et *indépendants*, c'est-à-dire que l'existence d'autres êtres ne s'immisce pas dans la leur (par exemple, une $n + 1^e$ équation linéaire homogène à n variables sera tauto-ontologique).

e) Le *scrupule de constructivité* veillera enfin à ce que l'existence des définis ne soit pas purement verbale — et à ce que la définition ajoute véritablement quelque chose au monde des êtres mathématiques (voyez, par exemple, V. GLIVENKO, *Théorie Générale des Structures*, p. 28). La question de l'*existence* en mathématiques est, en effet, de celles qui ont soulevé les scrupules les plus complexes — et les plus discutés. L'intervention de l'infini dans les définitions — infini dénombrable, énumérable, ou non énumérable, infini d'ordre supérieur — provoque aujourd'hui encore entre mathématiciens des controverses qui ressortissent à la psychologie : c'est le domaine par excellence des *scrupules non-universels*.

Ce qui rend si aiguë la question des scrupules non-universels, c'est que le mathématicien se trouve apparemment devant un dilemme : admettre tel scrupule, qui n'est peut-être pas indispensable, et risquer ainsi d'entraver le développement des mathématiques, ou bien passer outre, et risquer alors de voir les mathématiques envahies par des proliférations insuffisamment rigoureuses. Peut-être même le dilemme ne se pose-t-il pas d'une manière si claire : certains êtres mathématiques, après avoir été considérés comme inexistants, ont acquis droit de cité (les quantités négatives, tenues pour fabuleuses encore par J. M. C. DUHAMEL,

(1) Cf. G. BOULIGAND et J. DESBATS : *La Mathématique et son unité*, ch. VII ; F. LE LIONNAIS, Descartes et Einstein, *Rev. Hist. des Sci.*, avril-juin 1952, V, n° 2, p. 142.

les imaginaires, les éléments des géométries non-euclidiennes). Mais si les philosophes sont enclins à considérer maintenant toutes les notions mathématiques comme également allégoriques, chacune correspondant à un mode de la systématisation représentative, cela ne signifie pas pourtant que les scrupules primitifs aient été illégitimes : ils sont *devenus* inutiles, en certains domaines où jadis ils semblaient impérieux, mais parce que l'organisation de ces domaines est précisément — et sous leur influence — devenue *telle* qu'ils n'aient plus à intervenir. On pourrait considérer que les scrupules qui s'opposaient d'abord à l'admission pure et simple d'une notion mal élaborée, ou mal rattachée à la théorie, étaient fondés, du moins en tant qu'exigence de modification, — mais leur expression précise souffrait des mêmes défauts que la théorie qu'elle mettait en cause. Puis, la définition de la notion ayant été modifiée — compte tenu du scrupule primitif —, celui-ci devra également et corrélativement être modifié, et il apparaîtra réductible à quelques scrupules plus précis, et eux-mêmes satisfaits par la nouvelle forme de définition ou par la nouvelle manière de poser la question. Ce qui ne permet pas de dire que l'ancien scrupule fût légitime, ni qu'il fût illégitime : en tous cas, il aura légitimement *contribué à se faire devenir illégitime.*

Même du seul point de vue psychologique, la question des scrupules d'existence est trop complexe pour que nous essayions de la résumer dans le cadre du présent article ; disons seulement que l'on définirait les différences d'attitudes entre mathématiciens par des différences de « scrupulosité » ; « idéalistes », « empiristes », « finitistes », ne partagent pas les mêmes scrupules, pas plus qu'ils ne partagent la même conception des mathématiques : et l'on pourrait distinguer dans celles-ci des *zones* (1) dont la prospection exige, de la part du mathématicien, une certaine forme de caractère, justiciable de la *psychologie différentielle.* Il convient de noter, à cet égard, que les *scrupules universels* eux-mêmes sont inégalement vivaces chez les divers mathématiciens, si l'on en juge par la correspondance d'Hermite et de Stieltjes.

Une étude de la fréquence d'expression des divers scrupules — universels ou non-universels — dans les œuvres de mathématiciens fournirait des données quantitatives sur le *style mathématique* qui leur est propre. Par cette stylométrie généralisée on pourrait espérer de définir non seulement le style d'une époque (2), mais le

(1) Particulièrement la zone des problèmes et celle de la synthèse globale, décrites par M. G. Bouligand (Sur une doctrine de la connaissance mathématique, *Arch. int. Hist. des Sci.*, janvier 1949, XXVIII, n° 6).

(2) Cf. C. Chevalley, Variations du style mathématique, *Rev. Métaph. et Morale* (1935), pp. 375-84.

style de *chaque* mathématicien, considéré comme l'expression de sa personnalité.

Du point de vue de la psychologie différentielle, on passe naturellement à celui de la psychologie génétique : à quel âge retrouve-t-on, chez l'enfant, les ébauches des différents types de scrupule (1), comment ces ébauches évoluent-elles, comment la scrupulosité acquiert-elle son individualité ? comment en contrôler l'évolution ? — et on en arrive au point de vue pédagogique. Autant de questions que nous nous contenterons d'indiquer ici : mais l'ampleur des études qui seraient à faire nous paraît une justification suffisante de l'importance que nous avons accordée à la notion de scrupule mathématique.

F. ROSTAND.

(1) M. J. Piaget et son école ont réalisé une œuvre si complète que l'on y trouverait de nombreux renseignements sur le « scrupule », bien que celui-ci ne figure pas parmi les sujets explicitement étudiés.

ERRATA

Page 270, ligne 30, lire : *prix Binoux* (au lieu de : Binaux).

Page 318, dernière ligne de l'analyse de l'ouvrage de Mostowski, lire *énoncé* (au lieu de : exposé).

LES LIVRES REÇUS (suite)

PAULI (W.). — Feldquantisierung. (Akademische Buchgenossenschaft, Zurich.)

PIAGET (Jean). — Essai sur les transformations des opérations logiques (Presses Universitaires de France, Paris), 1.400 fr.

PIETTE (M.). — Travaux pratiques de Biologie animale : Hématologie, Parasitologie, Histologie. (S.E.D.E.S., Paris), 2.000 fr.

PIVETEAU Jean). — Traité de Paléontologie. Tome I : Les stades inférieurs d'organisation du règne animal. — Tome II : Problèmes d'adaptation et de phytogenèse. (Masson et Cie, Paris), 8.300 et 9.000 fr. brochés, 8.900 et 9.700 fr. cartonnés.

QUELET (Raymond). — Précis de Chimie. I : Chimie Générale. (Coll. Euclide, Presses Universitaires de France, Paris), 1.400 fr.

ROSTAND (Jean). — L'Hérédité humaine. (Coll. Que sais-je ? Presses Universitaires de France, Paris), 150 fr.

VAUX WALCOTT (Charles D. et **Mary).** — Cambrian statigraphy and paleontology near Caborca, Northwestern Sonora Mexico. (Smithsonian Institution, Washington.)

WEINSTOCK (Robert). — Calculus of Variations (with applications to Physics and Engineering. (Mc Graw Hill Book Co., Londres), 52 schillings.

WYLIE, Jr (C. R.). — Advanced engineering Mathematics. (Mc-Graw Hill Book Co, Londres), 60 schillings.

Annuaire pour l'an 1953 publié par le Bureau des Longitudes. (Gauthier-Villars, Paris), 750 fr.

Contributions to the theory of nonlinear oscillations. (Princeton University Press), 1 dollar 50.

L'HISTOPHYSIOLOGIE (1)

par Jacques BENOIT

Professeur au Collège de France

Monsieur l'Administrateur,

Mes chers Collègues,

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Mes premières paroles seront de gratitude. Elles ne traduiront pas aussi fidèlement que je le désirerais les sentiments de reconnaissance et l'émotion que j'éprouve aujourd'hui en faisant mon premier cours au Collège de France.

M. l'Administrateur Faral a été dans l'obligation de quitter Paris ces jours-ci. Il a bien voulu me dire avant de partir son regret de ne pas être en ce moment parmi nous. Qu'il soit assuré que son absence laisse ici un grand vide. Car il personnifie, avec une rare élévation de pensée, les idées et les traditions du Collège de France. Cette réflexion s'imposa d'ailleurs à mon esprit dès la première visite que je lui rendis. Elle me fit comprendre les devoirs qui m'incomberaient et la fierté que j'éprouverais, si j'avais l'honneur d'entrer dans cette Ecole célèbre d'humanisme et de culture qu'il dirige avec une souveraine maîtrise. Je lui adresse, très simplement, toute ma reconnaissance pour l'accueil que j'ai dès ce moment trouvé auprès de lui.

Mes chers Collègues, je tiens à vous dire le plaisir que vous m'avez fait goûter lorsque, il y a quelques mois, j'accomplissais à travers Paris mon pèlerinage d'histophysiologiste auprès de chacun de vous. Par l'intérêt que vous m'avez manifesté pour une discipline souvent fort éloignée de la vôtre, par la pertinence de vos questions, par l'éclectisme de votre esprit, vous m'avez inspiré le vif désir de devenir l'un des vôtres, la crainte aussi de ne pas en être digne. Votre indulgence a bien voulu me témoigner plus tard votre confiance. Je vous dis, Messieurs, ma très sincère et profonde gratitude.

Mes remerciements s'adressent aussi à Messieurs les Membres de l'Académie des Sciences, qui ont accepté de ratifier le vœu du

(1) Leçon inaugurale faite le 25 avril 1952.

Collège et en particulier à leur dernier président, M. le Professeur Caullery, au Professeur Pierre Grassé, mon bienveillant rapporteur, et aux Secrétaires perpétuels, MM. Louis de Broglie et Robert Courrier.

Mon cher ami Courrier, je cède bien volontiers au plaisir de te dire mon affection et ma reconnaissance avec l'accent qu'elles méritent. Permets-moi de te rappeler que, combattants l'un et l'autre de la guerre de 1914, nous fûmes, après l'armistice, réunis à Strasbourg. Dès ce moment se noua entre nous une profonde amitié qui ne devait que grandir, sans jamais connaître le moindre nuage, et qui nous procure ce soir la joie de nous trouver de nouveau réunis. Que de beaux souvenirs ne pouvons-nous pas évoquer ensemble, de Strasbourg reconquise et glorieuse, de sa grande Université et de l'Institut d'histologie de la Faculté de Médecine, où nous reçûmes avec enchantement la formation scientifique de notre vénéré Maître le professeur Bouin ! Etudes de médecine, doctorat ès sciences, agrégation, nous permirent de mêler nos efforts, de nous appuyer l'un sur l'autre, alors que, dans la recherche, différemment orientés par notre Maître, nous prospections chacun notre terrain. Mais, dès 1924, M. Jolly — qu'il me pardonne cette indiscrétion — discernait en toi, par la pertinence et la qualité de tes interventions au Congrès des Anatomistes de Strasbourg, l'étoffe d'un futur professeur au Collège de France. Ce fut lui qui, plus tard, t'y attira, alors que tu venais de faire définitivement tes preuves de jeune et brillant chef d'Ecole à Alger. Tes amis, comme tes simples relations, ne comptent plus les services que tu leur as rendus, ni les conseils que leur prodigua ta sagace et lucide intelligence, appuyée sur un sens très sûr des réalités et sur une honnêteté absolue. Laisse-moi te dire, à toi qui fus mon rapporteur, ma très affectueuse et chaude reconnaissance pour l'appui que ta haute autorité scientifique et morale prêta à ma candidature.

Je sais aussi beaucoup de gré à mon ami le professeur Jean Roche, qui fut également un de mes premiers conseillers, et à MM. les Professeurs honoraires Jolly, Leriche et Mayer, qui m'ont encouragé et aidé de leur expérience.

Mon cher Maître, M. Bouin, vous êtes le vrai responsable de cette promotion qui me fait aujourd'hui tant d'honneur. Vous en êtes responsable depuis quarante ans, depuis ce jour de l'an 1912 où, jeune collégien de seize ans déjà très intéressé par les sciences naturelles, je vous fus présenté à la Faculté de Médecine de Nancy. Je ne pouvais être confié à un guide plus sûr, plus compétent, ni plus affectueux. Je pris vite conscience de la chance exceptionnelle

qui s'offrait à moi et je me décidai à faire la carrière histologique, sous votre haute et paternelle direction.

La guerre survint. Je m'engageai. En janvier 1919, vous quittiez Nancy, où vous succéda l'aîné de vos disciples d'alors, le professeur Rémy Collin, et vous gagniez Strasbourg où vous avait appelé le doyen Georges Weiss, conscient de l'éclat que donnerait votre nom à la Faculté de médecine qu'il était chargé de créer. Je vous suivis à Strasbourg. C'est alors que commença grâce à vous, pour moi comme pour vos autres élèves : Aron, Courrier, Bataillon, Reiss, Klein, Mayer, Clavert et tant d'autres, français et étrangers, une vie consacrée à l'enseignement et à la recherche. Quelle stimulation intellectuelle et quels encouragements ne recevait pas celui qui frappait à votre porte ou que vous alliez voir auprès de son microscope ou à la salle d'opérations ? Que de vues nouvelles se développaient au cours de ces conversations inoubliables que nous eûmes le bonheur d'avoir avec notre Maître à penser, l'un des plus hardis pionniers de l'Histologie physiologique, comme je le dirai dans un moment. Mais votre magnétisme personnel, mon cher Maître, ne provenait pas seulement de votre valeur scientifique et pédagogique. Au risque d'affecter votre modestie — qui est, je crois bien, la plus authentique que je connaisse — je tiens à dire que ceux que ont eu la chance de vivre auprès de vous ont été attirés par la noblesse et la générosité de votre âme, dont un de mes cousins, que vous connaissez bien, dit volontiers qu'elle a la limpidité du cristal. Vous témoignez d'une grande sérénité dans vos relations humaines. Cette sérénité se fonde sur des qualités qui, chez vous, constituent des caractères acquis autant qu'innés : l'indulgence, par compréhension ; la confiance en votre prochain, par bonté naturelle. Vous accordez d'emblée à autrui le préjugé favorable, et même s'il ne le mérite pas, vous restez indulgent. Vous devez particulièrement apprécier ces phrases que Renan, un de vos auteurs favoris, prononça dans son discours de réception à l'Académie française : « Ne trouvez-vous pas, Messieurs, que les hommes sont trop sévères les uns pour les autres ? On s'anathématise, on se traite de haut en bas, quand souvent, de part et d'autre, c'est l'honnêteté qui insulte l'honnêteté, la vérité qui injurie la vérité. »

Mon cher Maître, pour tout ce que je vous dois sur le plan de la science comme sur celui des valeurs humaines, je vous exprime en ce jour, avec mon admiration, ma plus profonde et affectueuse reconnaissance.

J'ai évoqué mon passé d'histologiste strasbourgeois. J'éprouve, je l'avoue, la légitime fierté d'avoir appartenu, dès sa renaissance en 1919, à l'Université alsacienne. Quelle ferveur, quelle ardeur au

travail chez ces Maîtres qu'un grand administrateur, le doyen Weiss, avait recrutés selon leurs mérites prouvés par leurs travaux scientifiques plus que sur leurs titres universitaires ! Quels noms que ceux de la première heure : Ambard, Ancel, Borrel, Bouin, Forster, Masson, Mayer, Nicloux, Weiss, pour ne citer que les titulaires des chaires des Sciences fondamentales ! Ces chefs, qui tous s'adonnaient uniquement à la recherche, avaient communiqué leur enthousiasme à leur équipe, et une heureuse émulation créa des conditions particulièrement favorables à la formation des futurs biologistes et des futurs médecins. Cas unique et resté tel en France ! Ce recrutement de professeurs, dont certains n'étaient pas agrégés, par un doyen muni de pleins pouvoirs et soucieux avant tout de choisir des hommes de valeur reconnue, en se fondant plus sur le tempérament et les potentialités de l'homme de science que sur les capacités d'assimilation et d'élocution de l'homme de concours, a souvent paru à de bons esprits une formule susceptible d'assurer aussi bien, sinon mieux que la méthode traditionnelle des concours, un niveau élevé de qualité et de rendement. J'estime qu'on n'a pas encore tiré de cette expérience heureuse tout l'enseignement qu'elle comporte.

J'ai loué la qualité de la Faculté de Médecine de Strasbourg. J'en puis dire autant de la Faculté des Sciences où j'ai préparé un doctorat avec mes amis Courrier et Dognon, ce dernier actuellement professeur à la Faculté de Médecine de Paris. Je dois beaucoup à M. le Recteur Bataillon, un habitué lui aussi des hauts lieux de la Biologie, au professeur Vlès, travailleur acharné mort en déportation, ainsi qu'à MM. les Professeurs Chatton et Terroine.

Après dix-sept ans vécus à Strasbourg, j'eus la bonne fortune, grâce à la générosité de la Fondation Rockfeller, de passer une année d'études aux Etats-Unis chez le professeur Edgar Allen à l'Université de Yale. Mon séjour dans ce pays étonnamment dynamique compte, dans ma vie de chercheur, parmi mes meilleurs souvenirs. J'évoque avec une gratitude émue la mémoire du professeur Allen, mort pendant la guerre.

Revenu d'Amérique, je quittai Strasbourg pour succéder à mon ami Courrier dans la chaire d'Histologie et d'Embryologie de la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie d'Alger. A mes collègues algérois, dont l'accueil unanime me toucha profondément, j'adresse mon souvenir reconnaissant et fidèle. Je me sentis, au milieu d'eux, dans une nouvelle patrie, celle de la France d'outremer, jeune encore de son esprit d'entreprise et belle des qualités incomparables de son ciel et de sa lumière. Dans mon laboratoire,

je fus affectueusement accueilli par les deux élèves de Courrier : Kehl et Gros. En collaboration avec eux et avec d'autres chercheurs, dont Clavert et Mlle Randavel qui me suivirent lorsque je revins en France, je puis dire que nous avons tous ensemble travaillé avec entrain et profit.

En 1946, cédant à l'appel de mes anciens collègues strasbourgeois, je revins les aider à reformer notre Faculté de l'Est. Qu'ils me pardonnent aujourd'hui de les avoir quittés et en particulier leur excellent et distingué doyen Jacques Callot. Mais la vie n'est-elle pas un perpétuel renouvellement et l'homme ne doit-il pas céder à ces changements qui favorisent le regroupement de ses énergies ? Je crois superflu de dire à mes amis de Strasbourg que ma pensée leur restera toujours très affectueusement attachée. Je le dis tout particulièrement à Max Aron, ainsi qu'à Marc Klein et à Jean Clavert, qui appartiennent à l'Ecole de M. Bouin et avec lesquels une communauté de vie scientifique, pendant des années, m'a lié d'une profonde amitié. Je pense aussi spécialement au professeur Albert Ginglinger, pour lequel j'éprouve une affection fraternelle.

J'ai l'honneur, aujourd'hui, d'appartenir au Collège de France et je sais que cette illustre Maison me permettra — en raison même de l'esprit dans lequel elle fut créée — d'obéir mieux encore à mon idéal d'action : m'adonner aux travaux scientifiques, enseigner la recherche, former des élèves. Quelques-uns sont venus de Strasbourg avec moi. J'en trouve d'autres à la Station physiologique du Collège, que je considère déjà comme les miens. Ils étaient de l'école de Fernand Caridroit, directeur de Recherches au Centre national de la Recherche scientifique, sous-directeur de laboratoire au Collège de France. Formé par Albert Pézard, Caridroit accomplit, dans le domaine de la sexualité et des glandes endocrines chez les Oiseaux, des recherches originales et importantes que j'aurai le loisir de développer au cours de mon enseignement. Il poursuivait ces recherches lorsque la maladie l'abattit, en plein effort, et l'enleva rapidement à la tendresse des siens et à l'affection de ses élèves. Je m'incline devant le souvenir de ce biologiste de grande valeur, dont j'ai personnellement apprécié l'amitié. L'affectueux attachement que lui gardent ses disciples est le meilleur éloge qui puisse être adressé à sa mémoire.

Chers Collègues et chers Amis, qui avez bien voulu vous déranger pour cette leçon d'ouverture, soyez assurés que votre présence me touche profondément. Je vous en remercie de tout cœur.

Je vais maintenant vous parler de la science que j'enseignerai dans ce cours, de l'Histophysiologie.

Qu'est-ce que l'Histophysiologie ?

Le terme lui-même a pu intriguer certains d'entre vous. Il n'existe pas dans les dictionnaires courants. Ce mot cependant, que l'on trouve déjà en 1897 sous la plume de Mathias Duval, est, depuis une quarantaine d'années, couramment employé par les biologistes.

L'histophysiologie ou histologie physiologique est essentiellement une science physiologique dont l'instrument principal est le microscope ; l'objet : la structure intime des organismes vivants, et le but : l'explication du fonctionnement, de l'activité des parties constituantes de l'organisme. Cette science a un double intérêt : spéculatif et pratique, puisque, avec d'autres sciences, elle concourt à la poursuite des moyens destinés à maintenir la santé et combattre la maladie.

Elle a permis, par exemple, de préciser dans le pancréas la nature des éléments histologiques dont le mauvais fonctionnement entraîne une maladie grave, le diabète, et d'extraire l'hormone, l'insuline, grâce à laquelle on guérit aujourd'hui les malades atteints de cette affection. Par des voies analogues, on a pu découvrir d'autres hormones, en étudier et en doser les effets ; déchiffrer des mécanismes physiologiques variés, qui se jouent dans les organes, les tissus ou les cellules. — Par l'histophysiologie, on pénètre dans l'intimité du fonctionnement des organismes, pour le comprendre et l'expliquer.



Je ne ferai pas aujourd'hui l'historique de l'histophysiologie, le réservant pour une prochaine leçon ; je me contenterai de vous rappeler ce que l'histophysiologie doit à mes éminents prédécesseurs du Collège de France, ainsi qu'à mon Maître le professeur Bouin et à son collègue le professeur Ancel. Je tenterai ensuite de pénétrer l'esprit de cette discipline et d'en indiquer les diverses spécialisations actuelles. Je terminerai par un bref exposé, appuyé sur l'image, des principaux résultats que j'ai obtenus au cours de l'étude d'un problème d'histophysiologie.



La science des tissus avait été fondée en 1801 par l'illustre anatomiste français Bichat sous le nom d'*Anatomie générale*, terme qui fut plus tard remplacé par celui d'*Histologie*, créé en 1819 par l'anatomiste allemand Mayer. Dès l'origine, Bichat avait imprimé à la nouvelle science morphologique l'orientation physiologique dont

elle se réclame aujourd'hui. « La structure des organes, écrivait-il, n'est intéressante à connaître que lorsqu'elle mène à rechercher la manière dont ils agissent. » Malgré la tendance physiologique des premiers chercheurs, les histologistes s'étaient trop souvent laissés entraîner vers la description de la forme et du détail de structure étudiés pour eux-mêmes. C'est pour réagir contre cette tendance trop purement descriptive de l'histologie d'alors que, nouveau Guillaume Budé, Claude Bernard proposa au ministre de l'Instruction publique et obtint la création, en 1875, au Collège de France, d'une chaire d'Anatomie générale, c'est-à-dire d'Histologie, pour son élève Louis Ranvier. Mathias Duval écrira, en 1897 : « Ranvier, le plus considérable des maîtres contemporains en Anatomie générale, est aussi grand, plus grand peut-être par ses travaux, par ses conquêtes en physiologie que par ses découvertes en histologie proprement dite .» Et Jolly, un de ses descendants directs, dira de lui, en 1923 : « Fondateur de l'histophysiologie, il a montré que le microscope était un des merveilleux outils du physiologiste. »

Des savants français réputés pourront se réclamer de son Ecole : Malassez, Renaut, Debove, Jolly furent ses élèves au Collège de France. Laissez-moi prononcer le dernier de ces noms avec un plaisir particulier. M. Jolly, mon illustre prédécesseur dans cette chaire, sait quels liens d'affection et de respect m'unissent à lui. Sa longue et fructueuse carrière a été retracée antérieurement par son successeur immédiat. Qu'il me permette de rappeler qu'il fut au Collège de France le direct et très pur continuateur de son maître Ranvier. Considérant à son tour l'histologie comme une méthode au service de la physiologie, il étudia avec prédilection les éléments anatomiques à l'état vivant. Nous lui devons des observations remarquables sur les éléments sanguins et notamment sur les leucocytes vivants. Il apporta la première contribution à l'étude *in vitro* de la division cellulaire et à la culture des cellules animales. Sans vouloir citer tous les grands problèmes abordés par M. Jolly, je me plairai à faire remarquer la valeur et la vérité de son point de vue général : l'étude des cellules et des tissus *à l'état vivant*. Etude difficile, mais combien féconde, qui eut la valeur d'une leçon tacitement adressée à ceux qui se cantonnaient alors dans l'observation des tissus fixés. Par l'importance et l'originalité de ses travaux, M. Jolly contribua grandement à asseoir les bases de l'histophysiologie.

Un autre histophysiologiste de renom fut Nageotte, titulaire au Collège de France d'une chaire d'Histologie comparée. « A ses yeux, écrivit mon ami Courrier dans l'éloge qu'il fit de lui, l'histo-

logie est autant une physiologie microscopique qu'une anatomie des tissus... M. Nageotte... est un physiologiste qui utilise la technique histologique. »

Ces rappels vous montrent que le Collège de France joua un rôle de premier ordre dans l'éclosion de l'histologie physiologique, avec Claude Bernard et son élève Ranvier, puis avec les disciples ou les continuateurs de ce dernier... Et je passe sous silence ceux de mes Collègues qui sont actuellement en exercice.

Dès le début du XIX[e] siècle commencèrent à paraître les travaux de celui qui devait faire accomplir, en peu d'années, des progrès considérables à l'histologie physiologique et expérimentale : Pol Bouin, élève de Prenant. Au nom de Bouin se joint inévitablement celui de son collaborateur et ami, Ancel. Bouin-Ancel ! Ancel-Bouin ! Ces deux noms associés dans leurs publications ne provoquèrent-ils pas un jour l'embarras amusé du président d'un Congrès international qui demanda, avec une pointe d'ironie, s'il ne s'agissait pas là d'une même personne et quel était son prénom : Bouin ? ou bien Ancel ?

En 1903, Bouin et Ancel annoncèrent pour la première fois que l'instinct sexuel et certains caractères sexuels secondaires du sexe mâle peuvent être conservés malgré la destruction de l'épithélium séminal. A cette époque, on ne connaissait encore rien du lieu précis de l'origine des hormones sexuelles. Avec Ancel et Bouin, la question est placée sur le terrain des constatations microscopiques et devient l'objet d'observations et d'expériences précises. Par l'étude de la cryptorchidie, par la ligature du canal déférent, par l'application des rayons X, ils démontrent que l'hormone sexuelle mâle, qui, au moment de la puberté, conditionne l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires, est sécrétée par des éléments testiculaires particuliers : les cellules interstitielles de Leydig. Elles forment dans leur ensemble une glande intratesticulaire qui fut appelée ultérieurement glande de la puberté ou glande de la masculinisation. — Bouin et Ancel énoncent, dès 1904, l'hypothèse du rôle de ces cellules dans la différenciation sexuelle embryonnaire. Intuition dont de récents travaux démontrèrent la parfaite justesse.

Du côté de l'ovaire, Bouin et Ancel ne furent pas moins heureux. Ils montrèrent qu'à côté de la fonction ovarienne, qui conditionne au moment de la puberté le développement des caractères sexuels secondaires, il existe une glande endocrine spéciale au sexe femelle : le corps jaune qui se développe au dépens du follicule rompu. Par leur expérience originale du coït infécond, Ancel et

Bouin établissent que cette glande endocrine prépare périodiquement l'organisme féminin à la fonction maternelle et plus particulièrement la muqueuse de l'utérus à la nidation de l'œuf fécondé.

En même temps que ces diverses expériences constituaient autant d'exemples magistraux de ce que l'histophysiologie peut réaliser — et de ce qu'elle seule peut faire dans ce genre de recherches — elles ouvraient la voie à l'endocrinologie sexuelle, qu'elles plaçaient sur les bases solides de la morphologie physiologique et expérimentale. On sait à quels développements magnifiques ont conduit ces recherches : à l'extraction, à la cristallisation, puis à la synthèse de l'hormone sexuelle mâle. A la découverte par Allen et Doisy, et indépendamment par Courrier, de l'hormone sexuelle femelle, la folliculine. Puis à la synthèse de cette hormone comme de celle du corps jaune. — Les recherches de Bouin et Ancel ont ainsi permis d'exploiter le champ des hormones sexuelles, d'une grande importance en biologie comme en thérapeutique, et tout le problème des hormones en général en a largement bénéficié. Il y a peu d'exemples aussi éloquents des possibilités et de la fécondité de l'histophysiologie.

Les recherches de Bouin et Ancel furent décisives pour l'orientation physiologique de l'histologie. A cette orientation contribuèrent aussi le développement de la cytogénétique et l'apparition de techniques nouvelles en histologie et en cytologie expérimentales, techniques dont nous reparlerons plus loin.

Ainsi se développa, sous des influences diverses, à partir de 1900 environ, l'ère féconde de l'*histologie dynamique*, qui devait se substituer à l'ancienne histologie statique. Parallèlement, la *cytologie* est revenue, elle aussi, depuis quelque temps, à une tendance plus physiologique qui conduit à interpréter, comme le dit Bourne, la structure cellulaire en termes de *composition chimique* et de *fonction*. « L'histologie moderne, écrit Policard, prétend connaître non seulement de la forme des cellules et des tissus, mais encore de leur composition et de leurs fonctions. Elle veut être une branche de la physiologie générale, relevant entièrement de ses disciplines et de ses méthodes. »



Ces tendances modernes de l'histologie sont les reflets de l'*esprit* qui doit animer cette science. Mais elles sont avant tout l'expression de la nature même des relations intimes qui existent entre deux notions fondamentales, qui sont comme les deux pôles de l'histophysiologie : la *Forme ou Structure* et la *Fonction* qui, nous allons le voir, sont intimement liés à la *Composition chimique*.



On s'accorde très généralement à considérer la Structure et la Fonction comme deux aspects complémentaires et inséparables de la réalité vivante, aussi inconcevables l'une sans l'autre que l'avers et le revers d'une médaille. — « Forme et Fonction, écrit Albert Dalcq, ne sont que deux aspects différents d'une même entité fondamentale, qui est l'organisation. »

En effet, la structure qui nous occupe ici est non seulement la structure microscopique, mais la structure ultra-microscopique dont parlait déjà Martin Heidenhain à la fin du siècle dernier et au sujet de laquelle Auguste Prenant écrivait en 1901 : « Il n'y a pas trois structures superposées, macroscopique, microscopique et moléculaire. Il n'en existe qu'une, la structure moléculaire, dont les autres ne sont que des amplifications. » Or, à cette échelle de l'infiniment petit, la structure histologique se résout en une disposition très précise dans l'espace des molécules chimiques ; elle rejoint ainsi la composition bio-chimique de la matière vivante. « La structure, écrit André Mayer, ce n'est que l'expression d'une certaine composition des cellules vivantes. » — « Dans le domaine de la vie, dit Frey Wyssling, Chimie et Morphologie forment ensemble une unité inséparable, indissociable. » — « La matière vivante, écrit Vandel, doit être comprise et étudiée à la façon d'un ensemble architectural. »

La structure, disons-nous, rejoint la composition chimique. Elle la rejoint d'un point de vue *statique*, c'est-à-dire en fonction de l'espace et non du temps. Mais, lorsqu'on fait intervenir le temps — qui, remarque Carrel, entre comme un élément dans la constitution de la matière vivante — lorsqu'on laisse s'écouler ce temps, la constitution chimique se transforme en activité, en fonction. Ainsi peut-on finalement considérer que Structure et Fonction sont les deux expressions, spatiale et temporelle, statique et dynamique, de la constitution chimique de la matière vivante. La fonction de celle-ci devient une sorte d'extériorisation, d'expression dans le temps, de sa forme. — Cette représentation rejoint une formule de Gœthe : « Was innen ist, ist aussen » (ce qui est au dedans est au dehors, c'est-à-dire : se manifeste au dehors, s'extériorise). Ce génie universel se préoccupa beaucoup, en effet, du problème de la Forme, moins dans le sens de « Gestalt », forme fixée, que dans celui de « Bildung », forme en changement, en transformation. C'est Gœthe d'ailleurs, ne l'oublions pas, qui créa le terme de « Morphologie », considérant la Forme dans ce dernier sens, de Forme en changement,

et comme une manifestation de l'activité interne de l'être vivant. Notion, nous le voyons, nettement « morphophysiologique ».



Cette correspondance entre la Structure et la Fonction est étroite à l'échelle ultramicroscopique, mais elle ne permet pas, *a priori*, aux échelles macro et microscopiques, de déduire la fonction de la forme. Elle le permet dans une certaine mesure lorsque le lien qui unit forme et fonction est d'ordre mécanique, comme c'est le cas pour les articulations, les valvules des veines et pour tous les dispositifs qui ressemblent aux outils de l'industrie humaine. Cela est possible aussi pour des structures telles que celles des centres nerveux ou des organes des sens, où la simple disposition des éléments histologiques et de leurs connexions livre des suggestions utiles sur les voies que peut suivre l'influx nerveux. Mais les relations entre des chondriosomes ou un appareil de Golgi et un phénomène sécrétoire sont de nature purement chimique. Elles ne nous permettent pas, au vu de tels organites cellulaires, de conclure à leurs fonctions. Ce n'est qu'après une éducation préalable, fondée sur des observations nombreuses, dans des conditions normales et expérimentales variées, qu'il devient possible de présumer que tel aspect structural peut correspondre à telle fonction. Cette *pure observation de structure statique* a donc une portée très *limitée*. Elle est pleine d'embûches et se borne à fournir des « suggestions » physiologiques.

L'interprétation des images microscopiques est plus accessible dans l'*étude des structures* qui subissent des transformations plus ou moins rapides, comme c'est le cas pour le cycle d'une cellule glandulaire, et plus particulièrement pour les différentes étapes de la spermatogenèse, de l'ovogenèse, la réduction chromatique...

Mais, là encore, le degré d'interprétation est limité. Les différentes images d'un même phénomène, successives dans le temps, se présentent dans les préparations microscopiques fixées et colorées comme autant de vues éparses d'un film cinématographique qui auraient été découpées et mélangées sans ordre. Des précautions doivent être prises, des examens répétés sont nécessaires pour établir leur filiation authentique et déterminer selon quel « sens unique » elles se succèdent les unes aux autres.

Le vrai domaine de l'histophysiologie est celui où l'*observation microscopique accompagne l'expérimentation*, où l'expérience, entendue dans un sens large, entraîne des modifications structurales qui révèlent l'existence d'une propriété physiologique et permettent d'en fixer certains caractères. Les résultats obtenus suggèrent alors

des hypothèses, sources d'expériences nouvelles : interventions qui doivent poser à l'organisme des questions précises et dont l'expérimentateur s'efforcera de recueillir les réponses, aussi objectivement que possible.

C'est dans ces conditions que l'histophysiologiste évitera les justes critiques faites au morphologiste purement descriptif. Mais c'est dans ces conditions aussi qu'il accomplira un travail dont le physiologiste — que ce dernier ne l'oublie pas — ne peut se passer. Et c'est pour cela que l'Histophysiologie occupe en Biologie une situation privilégiée, centrale. Associant les deux aspects fondamentaux et complémentaires de la réalité vivante, la forme et la fonction, elle exploite les deux versants, morphologique et fonctionnel, de cette réalité. Le chercheur, placé pour ainsi dire sur la crête d'où partent ces deux versants, les embrassant d'un même coup d'œil, jouit des avantages des deux disciplines. La *morphologie* lui offre la base solide d'où il partira et où il reviendra comme à un port d'attache. Elle sera pour lui un authentique système de référence, parfois même le seul.

De son côté, la *physiologie* offrira au chercheur la sécurité de sa méthode expérimentale et de ses techniques précises, aptes à la mesure. Elle lui infusera surtout son esprit, qui se préoccupe de la signification des formes observées et de l'explication des mécanismes.

*
* *

Mais, dans l'interprétation des résultats, un double écueil doit être évité : d'une part, dans le sens d'une analyse trop poussée, d'autre part, vers une spécialisation trop stricte. En ce qui concerne le premier point, il y a danger, en effet, à « anatomiser », à diviser l'organisme à outrance, sans souci de le « systématiser ». On doit tenir la balance égale entre l'analyse et la synthèse et ne pas perdre de vue l'ensemble : l'organisme envisagé comme un individu et un tout. Aussi ne pensons-nous pas que l'histophysiologie doive se réduire un jour à la physique et à la chimie et subir, comme l'écrivit un auteur, une « transmutation physico-chimique ». Elle s'enrichira évidemment de plus en plus sur le plan physico-chimique, mais elle gardera toujours sa valeur originale et irremplaçable en raison des « *niveaux* » cellulaire et tissulaire auxquels, de préférence, elle considère la matière vivante. Je m'explique : quelques auteurs modernes, dont Needham, distinguent dans la nature différents « *niveaux* » d'organisation, hiérarchisés et de complexité croissante. Les lois ou les règles que l'on observe à un niveau donné ne se retrouvent pas aux degrés inférieurs. Au-dessus des

niveaux des électrons, des atomes, des molécules chimiques, des macromolécules, il y a ceux des cellules, des organes et de l'organisme. Le niveau des cellules est incontestablement d'une importance particulière dans le domaine des réalisations morphologiques et physiologiques de l'organisme. Car les cellules sont — c'est un fait — les unités morphologiques et fonctionnelles qui composent l'organisme. Elles sont les pierres de construction dont est fait cet organisme. Aussi, bien que les phénomènes essentiels se jouent toujours en dernière analyse sur le plan physico-chimique, c'est-à-dire aux niveaux inférieurs, c'est au niveau des cellules que l'organisme exprime, en grande partie, son activité, par les modifications de structure de ces éléments, par leur hypertrophie, leur atrophie, leur division, etc...

Je viens de mettre l'accent sur le « niveau » cellulaire d'organisation comme s'il s'agissait là d'un palier où la Nature créatrice de formes de plus en plus complexes se serait attardée avec quelque complaisance. Sans doute ce palier cellulaire a une valeur toute spéciale. Mais évitons d'autre part le danger, dont je parlais tout à l'heure, d'une spécialisation trop stricte et ne perdons pas de vue les autres paliers ou niveaux infra-cellulaires ou supra-cellulaires, où l'organisation prend des formes caractéristiques auxquelles correspondent des lois particulières. C'est à peu près la théorie des « Histosystèmes » de Martin Heidenhain qui, dès 1907, distinguait du bas au haut de l'échelle histologique : les protomères, tels que les centrioles, les chromioles ; puis des organites comme les chromosomes, les myofibrilles ; puis les noyaux ; puis les cellules ; ensuite, les organes ; puis les métamères, segments du corps ; enfin l'organisme.

Heidenhain, on le voit, décentralisait l'Histologie, trop axée, selon lui, sur la cellule. Cette importance donnée à la cellule se justifiait, a-t-il écrit, dans les théories du développement ontogénique et phylogénique, en vogue au XIXe siècle. Mais, dans une théorie des tissus qui doit envisager le fonctionnement du corps *achevé*, la cellule ne doit plus occuper seule le devant de la scène. Elle doit partager la vedette avec les autres structures des niveaux d'organisation inférieurs et supérieurs au sien propre. Les résultats des recherches modernes appuient cette manière de voir. Ils révèlent l'extrême importance des phénomènes moléculaires, ioniques, électroniques, au plus bas de l'échelle, celle des macromolécules protéiques, de leur structure intime, de leurs agencements réciproques. Ils montrent aussi, aux étages supérieurs à celui de la cellule, l'importance très grande des corrélations intertissulaires et interorganiques, par les hormones, par les éléments nerveux. Ils con-

duisent, en définitive, à étendre le champ de vision de l'histologiste vers le bas (ultra-structures) comme vers le haut (organes et ensembles d'organes, systèmes fonctionnels de C. Schneider et de P. Bouin). Aussi peut-on penser, avec Erich Ries, que l'ancienne séparation entre Histologie et Cytologie devient de plus en plus illusoire et que la conception physiologique et dynamique actuelle de la science des structures ne doit plus opposer la physiologie cellulaire à la physiologie des organes. L'histophysiologie doit embrasser tous les niveaux d'organisation et être synthétique.

***

Je voudrais maintenant, Mesdames et Messieurs, vous donner une idée du *domaine* de l'histophysiologie moderne en énumérant quelques-unes des *techniques* essentielles qu'elle emploie. Le domaine d'une science expérimentale peut être, en effet, caractérisé aussi bien par ses moyens d'action que par ses objets d'étude, la découverte de ces objets résultant directement des moyens mis en œuvre.

Du côté de la cytophysiologie, nous assistons à une véritable révolution, qui inaugure, grâce à des techniques récentes, physiques et chimiques, l'ère de l'exploration du monde submicroscopique.

1) Parmi les *techniques physiques*, l'emploi de la lumière polarisée, de la diffraction des rayons X nous renseigne sur l'orientation et sur les distances réciproques des molécules. Le microscope électronique, que nous devons au génie de Louis de Broglie, nous permet presque de centupler le pouvoir définissant des microscopes de nos pères, d'apercevoir une quantité de détails nouveaux et surprenants et déjà la forme précise des plus grosses macromolécules protéiques. Ainsi commence à se construire, grâce aux physiciens, l'arche qui enjambera le domaine des ultrastructures et qui permettra au morphologiste et au chimiste de se rencontrer sur ce terrain où la structure et la composition de la matière vivante se rejoignent dans l' « organisation », en quoi probablement réside le secret de la vie.

2) De grands progrès sont également en marche sur le plan de l'*histo-* et de la *cytochimie.* L'ancienne histochimie, devenue impuissante par l'absence de spécificité de ses réactions, reçoit depuis peu de riches apports. C'est la méthode d'Altmann-Gersh qui altère au minimum les constituants chimiques des tissus et permet de les retrouver sur les coupes histologiques ; qui rend également possible l'extraction de diverses protéines et leur localisation dans les cellules et les tissus. — C'est la méthode de Plosz, de Warburg, de Bensley, avec laquelle on isole à l'état pur, par centrifugation, les divers constituants cellulaires que l'on soumet ensuite

à l'analyse. Nous connaissons maintenant la constitution chimique du chondriome, des microsomes, et leur richesse en enzymes nous donne de précieuses suggestions sur leur rôle dans la cellule.

La réaction de Feulgen, les méthodes cytochimiques photométriques de Caspersson et de Pollister, la méthode aux nucléases de Jean Brachet permettent l'étude des acides désoxyribonucléique et ribonucléique, qui jouent un rôle de premier plan dans la vie et le travail de toute cellule vivante.

D'autres techniques histochimiques, encore en faible nombre, sont progressivement mises au point. Telles sont celles imaginées par Gomori, spécifiques de divers enzymes et de ce fait susceptibles de nous éclairer sur l'activité chimique intracellulaire.

La géniale découverte faite par Frédéric et Irène Joliot-Curie de la radioactivité artificielle a rendu possible la fabrication de corps chimiques « marqués » que l'on peut, comme l'ont déjà fait Courrier et d'autres biologistes, suivre « à la trace » lors de leur passage et de leurs transformations dans les organes. Progrès immense, grâce auquel l'analyse du métabolisme intermédiaire peut s'effectuer dans des conditions où toute autre méthode reste impuissante.

3) Une troisième voie féconde de l'histophysiologie est celle des *techniques permettant l'étude in vivo et in vitro* des cellules, des tissus et des organes. Microdissection, observation *in vivo* par transillumination, par microscopie en contraste de phase, colorations vitales, culture de tissus, culture d'organes, cinématographie, ultracentrifugation, etc... Ces diverses techniques, dont la plupart sont nées au XXe siècle, sont essentielles et on ne saurait trop en recommander l'emploi.

4) Une quatrième et dernière voie de l'histophysiologie est pratiquée au moyen de *techniques expérimentales variées*, mettant en jeu des *agents physiques* : chaleur, radiations, ultrasons, courants électriques... ; des *agents chimiques* : hormones, vitamines, produits pharmacologiques et toxiques divers... et des agents proprement physiologiques : techniques classiques des ablations et greffes d'organes, de sections nerveuses, et toutes opérations qui modifient d'une manière quelconque les relations et les équilibres interorganiques. Dans son remarquable livre sur la *Philosophie de la Chirurgie*, René Leriche souligne les services que l'histologie peut rendre à la chirurgie humaine. Il note que l'on connaît bien mal encore le retentissement des diverses interventions opératoires sur les équilibres tissulaires, le fonctionnement des glandes endocrines et du système nerveux. « Ce qui assure à l'histologie, écrit le grand

chirurgien, une place éminente dans l'analyse chirurgicale, c'est qu'elle seule peut nous donner la mesure des phénomènes qui suivent toute variation apportée expérimentalement dans la vie des tissus. » C'est bien là l'histologie expérimentale dont parlait Claude Bernard lorsqu'il la définissait : « la base de la médecine future ».



Cette rapide énumération de techniques nous montre combien le domaine de l'histophysiologie, ouvert au biochimiste, au physiologiste, au pathologiste, est vaste. Il ne cesse de s'étendre à sa périphérie, grâce à ces techniques qui lui ouvrent des voies nouvelles. Mais il se développe également sans cesse en profondeur : le territoire déjà prospecté doit être inlassablement creusé et fouillé de nouveau. Car un problème n'est jamais définitivement résolu : le chondriome, l'appareil de Golgi, le chromosome... la différenciation sexuelle, le mode d'action des hormones, et bien d'autres objets ou problèmes ne sont-ils pas toujours des énigmes ? — Sans même vouloir remonter jusqu'à ces « causes sourdes » dont parlait Bacon, qui ne répondent plus à nos questions, nous devons reconnaître qu'une soi-disant « explication » biologique d'un phénomène soulève, en fait, plus de nouvelles questions qu'elle n'en résout. Méfions-nous des interprétations qui se prétendent complètes, exhaustives, et rappelons cette parole de Claude Bernard : « Quand un travail se présente avec ces apparences de clarté universelle et de logique, on peut dire qu'il est faux et en partie une œuvre d'imagination plus que d'expérience. » Gardons-nous d'une trop grande hâte dans la compréhension des phénomènes biologiques et consentons à remettre sans cesse sur le métier les mêmes problèmes. Il faut accepter des lacunes, savoir reconnaître qu'on ne sait pas.



Je voudrais, pour terminer cette leçon, vous donner une idée du rôle de l'histophysiologie dans l'étude d'un problème biologique et vous montrer quelques résultats essentiels de recherches que je conduis depuis plusieurs années, relatives à l'*influence de la lumière naturelle et artificielle sur l'activité sexuelle chez les Oiseaux*. Je me bornerai à vous projeter quelques dispositifs. Je développerai ce problème dans mon cours de l'an prochain.

Je désirerais surtout attirer votre attention sur les étapes successives parcourues au cours de l'étude d'un problème déterminé.

Les démarches de la pensée scientifique varient avec le problème envisagé. Pour celui que j'ai choisi, je distinguerai quatre étapes :

1re étape. — *Observation d'un phénomène naturel.*

Dans la nature, chez la plupart des Vertébrés, des Oiseaux en particulier, les glandes génitales présentent des variations cycliques très considérables de volume et d'activité au cours de l'année. Très petites en automne et au début de l'hiver, les gonades croissent lorsque apparaissent les premiers beaux jours, pour atteindre en quelques mois un développement considérable, au printemps, et régresser ensuite jusqu'à reprendre leur état premier, en automne. Chez le Canard, que j'ai choisi comme objet d'étude, les testicules passent ainsi d'un poids de 1 à 2 grammes, en novembre, à celui de 100 à 200 grammes en juin (cliché). Les caractères sexuels secondaires suivent une évolution semblable et participent, avec les gonades, à ce que l'on appelle le *cycle sexuel saisonnier.*

On peut se demander si ce cycle sexuel, qui s'accomplit à peu près parallèlement au cycle solaire des saisons, ne serait pas conditionné par ce dernier et en particulier par certains des facteurs cosmiques (chaleur, lumière) qui le caractérisent. Cette question ouvre la deuxième étape.

2e étape. — *Quelques expériences de physiologie.*

1re expérience. — Des Canards impubères, âgés de cinq à six mois, furent placés à l'extérieur, dans un parquet, en octobre-novembre, à Strasbourg, ou dans une pièce chauffée, ou dans une pièce non chauffée, mais fortement éclairée par des lampes électriques usuelles. Trois semaines plus tard, les testicules des sujets du troisième lot avaient très fortement grossi. Ceux du deuxième lot (chaleur) étaient aussi petits que ceux du premier lot (témoins) (cliché). Ce n'est donc pas la chaleur, mais la *lumière*, qui est responsable du développement des testicules. — Même résultat pour le sexe femelle : en un mois, des Canes impubères, éclairées, se mettent à pondre (cliché). — Notons que dans les deux cas les caractères sexuels ont évolué parallèlement aux gonades. L'éclairement à déclenché une *puberté précoce.*

2e expérience. — L'ablation de l'*hypophyse antérieure*, glande endocrine indispensable à l'activité des gonades, chez les Vertébrés, empêche les testicules de Canards éclairés de poursuivre ou de maintenir leur développement. Ces organes régressent totalement en quinze jours, malgré la poursuite de l'éclairement (cliché). L'hypo-

physe antérieure est donc un *intermédiaire indispensable entre la lumière et les gonades.*

3e expérience. — L'éclairement localisé de la *région oculaire* stimule fortement le développement testiculaire du Canard, alors que l'éclairement de tout le reste du corps est inactif (cliché). La lumière agit donc au niveau de l'œil.

En définitive, la *lumière* stimule fortement le développement sexuel du Canard par l'intermédiaire de l'œil (*rétine*) et de l'*hypophyse antérieure*. Cette conclusion générale pose la question de savoir comment un éclairement de la rétine peut exciter l'hypophyse, et nous oblige à recourir à l'étude microscopique de ces organes et de leurs relations.

3e étape. — *Etude microscopique de la région oculo-hypothalamo-hypophysaire.*

Le schéma d'une coupe sagittale médiane de l'hypothalamus et de l'hypophyse, établi avec le concours d'un de mes collaborateurs, le docteur Assenmacher, montre que l'hypophyse antérieure, source des hormones gonadotropes responsables du développement des glandes génitales, reçoit tout son sang de la carotide interne, par l'intermédiaire d'un riche réseau capillaire distribué à la surface de « l'éminence médiane », partie antérieure et ventrale de l'hypothalamus. Or, à la surface de cette éminence, directement contre le réseau capillaire précité, s'observent des structures nerveuses très particulières (fibres nerveuses recourbées en anses ; formations névrogliques). C'est là un cas typique d'une structure très suggestive, par la forme des éléments histologiques qui la composent, d'une fonction particulière, qui consiste peut-être en la sécrétion par cette zone nerveuse spéciale, sous l'influence de l'excitation lumineuse d'une substance chimique, qui, charriée par le sang du réseau capillaire, irait stimuler l'activité de l'hypophyse antérieure. — Nous sommes là en pleine histophysiologie. Des expériences s'imposent à nouveau, pour soumettre au contrôle l'hypothèse précédente.

4e étape. — *Nouvelles expériences, associées à des observations histologiques* pour le contrôle des résultats obtenus ou pour la suggestion d'autres expériences variées : expériences de physiologie, d'électro-physiologie, de physique biologique, de biochimie... Cette collaboration alternative d'observations microscopiques et d'expériences permettra de serrer progressivement de plus en plus près l'explication de cet important problème qu'est l'activation de l'hypophyse et des glandes génitales par la lumière, et qui s'accomplit probablement grâce à l'intervention en chaîne des organes suivants :

rétine — nerf optique — hypothalamus — dispositifs nerveux de l'éminence médiane — vaisseaux hypophysaires — hypophyse antérieure. La lumière n'agit d'ailleurs pas seulement sur l'origine de cette chaîne, c'est-à-dire sur la rétine. La croissance considérable des glandes génitales, obtenue par l'éclairement artificiel chez des sujets privés de leurs yeux ou chez des canards dont la région cérébrale hypothalamique a reçu directement, par conduction directe, de la lumière au moyen d'un tube de verre ou d'une baguette de quartz, montre que la région hypothalamique, en liaison avec l'hypophyse, est sensible à des rayons lumineux capables de pénétrer au travers des tissus de la région orbitaire (rayons orangés et rouges).

On voit ainsi comment a cheminé la pensée du biologiste, qui, après l'observation d'un phénomène naturel, et quelques expériences physiologiques d'orientation suggérées par cette première observation, en est obligatoirement venu à interroger la structure de certains organes et à recevoir de cet examen les enseignements qui lui ont à nouveau suggéré des expériences nouvelles. C'est là un exemple de la manière dont l'histophysiologie doit intervenir dans l'étude d'un problème biologique.

***

Tels sont quelques résultats essentiels d'une de mes recherches que j'ai voulu vous démontrer par l'image. Ils concernent une question parmi la multitude de celles qui relèvent de l'histophysiologie. L'étendue de celle-ci, nous l'avons vu, est immense. Elle est telle que nul chercheur et même nulle équipe de travailleurs ne peut souhaiter aujourd'hui en explorer plus d'une très faible partie avec compétence et succès. Je m'efforcerai, pour ma part, avec l'aide de mes collaborateurs, d'apporter dans le riche domaine de l'histophysiologie ma contribution, si modeste soit-elle, à la passionnante exploration de l'inconnu.

Jacques BENOIT.

RENOUVELLEMENT DES ABONNEMENTS

LE CANAL LÉNINE RÉUNIT LA VOLGA ET LE DON (1)

par Jean TRICART

Directeur de l'Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg

Le 27 juillet a eu lieu l'inauguration officielle du Canal Lénine, dont la mise en eau avait été terminée le 1er juin. C'est le premier achevé des grands travaux connus en U. R. S. S. sous le nom de « Chantiers du Communisme ».

Popularisés en Union Soviétique par d'innombrables affiches, des panneaux d'exposition, des brochures, des films, des chants, des articles dans toute la presse, les « Chantiers du Communisme » constituent un plan gigantesque, mis en route en 1948 et dont l'achèvement est prévu pour 1955, à la fin du Cinquième Plan Quinquennal qui a été adopté en octobre. Le but de ces travaux est d'accroître considérablement la production d'énergie et de denrées agricoles au moyen de la mise en valeur de toute la région aride et peu peuplée qui s'étend entre Stalingrad, la Mer d'Aral et la frontière iranienne. Aujourd'hui, c'est un pays de steppes à demi désertes et de déserts inhabités. La densité de population est partout inférieure à 10 habitants au km², généralement même à 1. Les cultures sont cantonnées à quelques oasis dans le Turkestan et sur les bords occidentaux, vers Stalingrad, à des champs de céréales dont les récoltes sont très aléatoires en fonction des pluies.

Créer dans cette région, grande comme cinq fois la France, un intense foyer de vie dont les productions permettront d'élever le niveau de vie de tous les peuples soviétiques, suppose d'abord que l'on résolve le problème de l'eau. C'est pourquoi, les Chantiers du Communisme consistent essentiellement en grands travaux hydrauliques, de beaucoup les plus importants et les plus hardis qui soient en cours aujourd'hui à la surface du globe. Ils comprennent une série de canaux destinés à servir à la fois de grandes voies de communications modernes et à fournir l'énergie électrique et les eaux

---

(1) L'auteur a eu la bonne fortune de pouvoir effectuer une visite détaillée du canal en août 1952, avec une délégation de l'association France-U.R.S.S., qui fut la première délégation étrangère à le visiter. Les données contenues dans l'article proviennent des explications données par les guides et de diverses publications soviétiques.

d'irrigation. Les chantiers actuellement ouverts sont ceux du Canal Turkmène, destiné à déverser dans la Mer Caspienne les eaux de l'Amou-Daria, qui se perdent actuellement dans la Mer d'Aral. Le canal suivra le cours desséché de l'Ouzbôï et descendra d'une centaine de mètres sur 800 km., ce qui lui permettra de faire fonctionner un groupe de centrales électriques. Un autre canal, partant de Stalingrad, rejoindra le fleuve Oural. Ce sera le Canal de Stalingrad, grossièrement parallèle à la côte nord de la Mer Caspienne, dont les eaux s'écouleront lentement par gravité, et qui servira seulement à la navigation et à l'irrigation. Enfin, un troisième canal devait relier la Volga au Don. C'est le Canal Lénine, qui est achevé.



Fig. 1 : Emplacement du canal Volga-Don.

Le Canal Lénine a été conçu pour servir à la fois les besoins de la navigation et ceux de l'agriculture. C'est une grande voie de communication moderne accessible à des chalands de plus de 2.000 t., large de 100--200 m. en dehors des lacs-réservoirs et dont le tirant d'eau minimum est de 3,5 m. L'éclairage électrique et, sur le Don, un réseau de radars, permettent la navigation de nuit. Partout les berges ont été revêtues de dallages de pierres, de sorte qu'elles ne craignent pas la dégradation par le remous des bateaux et que rien ne limite la vitesse de ces derniers. Le nôtre, qui n'était ni des plus modernes ni des plus rapides, circulait à une vingtaine

de kilomètres à l'heure. Partout, les trains de bateaux peuvent se croiser aisément sans ralentir. Les ponts, au nombre de 8, ont un tirant d'air considérable, au moins égal à une dizaine de mètres. Bien que le canal soit pris par le gel à peu près six mois par an, il est susceptible d'assurer un trafic considérable et de permettre une rotation rapide du matériel.

La longueur du Canal Lénine atteint 101 km., mais il compte 13 écluses. Il doit, en effet, escalader un dos de terrain assez élevé, lanière de plateau disséquée par les affluents du Don et de la Volga, rivières toutes deux encaissées. Cette ligne de partage des eaux est fortement dissymétrique. Du côté du Don, la dénivellation est plus faible, car le fleuve coule, à Kalatch, largement au-dessus du niveau de la mer (cote 28 environ). La pente est également plus douce, car le canal emprunte la vallée d'un petit affluent du Don, dont la tête remontait jusqu'à une quinzaine de kilomètres seulement de la Volga. La dénivellation totale de 44 m. est rachetée par 4 écluses qui élèvent chacune les bateaux de 10 à 12 m. Entre les différentes écluses, on a noyé l'ancienne vallée secondaire au moyen de longs barrages en terre qui ont permis de créer trois vastes lacs artificiels, les réservoirs de Karpovska, Marinovska, Varvarovska. Leur largeur atteint par endroits une dizaine de kilomètres et leur plus grande profondeur 10-15 m. Ces importantes nappes d'eau servent de réservoir pour les irrigations et, grâce à l'importante évaporation qu'elles fournissent, accroissent l'humidité de l'air. On estime que leur présence doit rendre, en été, les orages plus fréquents, ce qui facilitera l'agriculture alentour, même sur les terres non irriguées. Chacune des retenues d'eau a été aménagée de telle sorte que son remous atteigne le pied de l'écluse située immédiatement au-dessus d'elle, de sorte que cette descente vers le Don est plus un chapelet de lacs de retenue qu'un véritable canal. Ce dernier se réduit à de courts segments, par exemple entre la dernière écluse et le débouché dans le Don et entre les réservoirs de Marinovska et de Karpovska.

Tout autre est l'aspect du canal sur la face Est des hauteurs des Yerguéni. C'est un véritable escalier d'écluses qu'il faut franchir pour atteindre le faîte à partir de la Volga. La dénivellation de 88 m. est rachetée sur moins de 25 km. par 9 écluses. Il n'y a sur ce versant aucun réservoir. Le canal débouche sur la Volga un tout petit peu au S.-E. de son grand coude, à Krasno-Arméisk, qui fait partie de la conurbation de Stalingrad. Le fleuve s'y trouve approximativement à la cote -12, ce qui s'explique par le fait qu'il débouche dans la Mer Caspienne, dont le niveau est inférieur à celui des océans.

L'une des principales difficultés techniques que l'on dut vaincre fut celle de l'approvisionnement en eau. Dans la steppe semi-aride, aucun cours d'eau permanent en dehors des grands fleuves allogènes. On ne pouvait donc songer à la méthode traditionnelle qui consiste à capter des ruisseaux locaux aux abords de la ligne de partage des eaux et à détourner leurs eaux vers le canal. Le pompage fut la seule solution. Trois énormes stations de pompage élèvent les eaux dans les divers réservoirs jusqu'au niveau du seuil des Yerguéni. Le débit atteint 15 m^3/sec., car il faut non seulement fournir l'eau nécessaire aux éclusées, mais compenser une évaporation particulièrement considérable par suite de la superficie des réservoirs et du climat (on note fréquemment en été des températures de 50° à l'ombre) et alimenter les irrigations. Toute l'eau nécessaire provient du Don, car la dénivellation à franchir est moindre et on réserve celle de la Volga à l'alimentation du Canal de Stalingrad et à l'irrigation des steppes des bords de la Caspienne. Chacune des digues de barrage retenant les eaux des réservoirs possède sa station de pompage électrique, alimentée par le barrage de Tsimlianskaïa sur le Don. Les eaux franchissent les barrages au moyen de trois énormes tuyaux de fonte jumelés de 3 m. de diamètre et de petits canaux. Malgré le débit des pompes, il a fallu quatre mois entiers, au printemps 1952, pour remplir l'ensemble des réservoirs (400 millions de mètres cubes).

Les écluses du canal sont vastes et modernes. Leur largeur est d'une vingtaine de mètres, leur longueur dépasse 100 m. La porte aval est une porte busquée à deux battants tandis que la porte amont est constituée par un seul battant à glissières s'escamotant verticalement. La manœuvre des portes est entièrement électrique et automatique, avec signaux lumineux. L'alimentation en eau s'effectue par le bout amont de l'écluse, au moyen de bouches à très gros débit. Il en résulte des remous violents dans le sas, la surface de l'eau présentant, en cours de remplissage, une dénivellation qui peut atteindre 0,5 m. Aussi a-t-on prévu un solide amarrage des bateaux au moyen de bittes mobiles, coulissant dans des glissières aménagées dans la paroi du sas et s'élevant en même temps que le niveau de l'eau, grâce à un dispositif hydraulique. Grâce à l'automatisation, les écluses fonctionnent avec un personnel extrêmement réduit (2 ou 3 personnes) et avec une très grande rapidité. Le remplissage du sas se fait en 6-7 minutes. L'éclusage entier, y compris l'entrée dans le sas, l'amarrage, la sortie du sas, ne demande que 12 minutes.

Enfin, le canal ne se borne pas à être une remarquable réalisation technique. Les soviétiques ont voulu en faire, comme du métro de Moscou, une œuvre d'art. Toutes les écluses sont construites, y compris les parois du sas, en belle pierre blanche polie. La

machinerie est disposée dans des tourelles ou les piliers d'arcs de triomphe de pierre blanche de bel appareil, sculptée, avec appliques de bronze et grilles en fer forgé. Des arcs de triomphe dominent plusieurs écluses. Une immense statue en pied de Staline, haute de 60 m., domine l'entrée du Canal à Stalingrad. Les deux phares situés à ses extrémités, sont constitués par des tours quadrangulaires de pierre blanche aux côtés ornés de rostres en bronze. Le style est simple et grandiose et les vastes proportions des constructions s'harmonisent avec les dimensions du canal et les immenses horizons de la steppe.

Comme nous l'avons vu, le canal n'est pas une réalisation isolée. Il s'intègre dans un vaste ensemble régional. A ses deux extrémités, le Don et la Volga seront complètement modifiés par l'homme. On est en train de les couper de gigantesques barrages, qui sont les dignes petits-fils de Dniéprogués, premier grand barrage à basse-chute du monde. Leur but est tout à la fois de transformer ces fleuves où de nombreux bancs de sable rendent la navigation difficile en une succession de lacs de barrages profonds, accessibles aux navires de mer et aux grosses péniches modernes à fort tirant d'eau ; de créer des chutes fournissant une énorme quantité d'énergie électrique ; de faire des retenues d'eau pour les canaux d'irrigation. Sur la Volga, un grand barrage en terre, dont la digue aura plus de 10 km. de

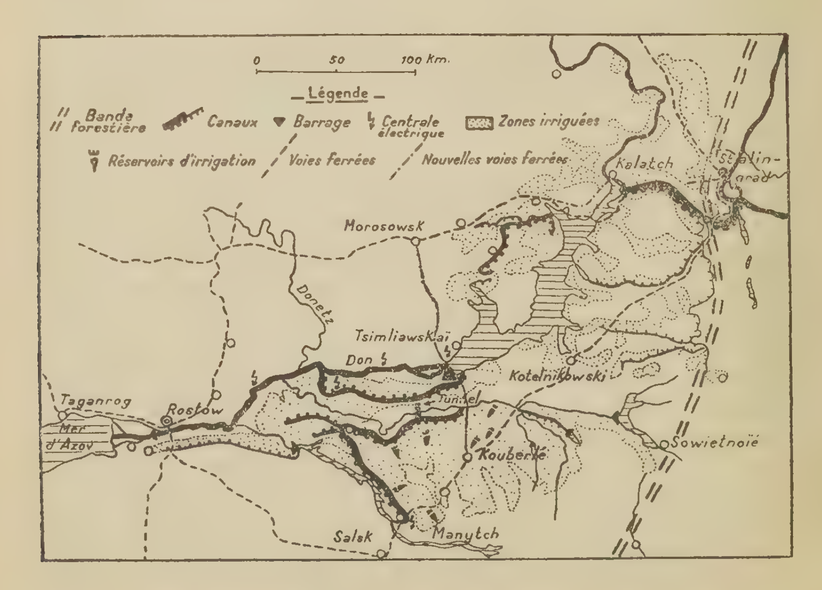


FIG. 2. : Les aménagements hydrauliques de la région du canal Volga-Don.

long, créera une retenue de 180 km. sur le fleuve. La production annuelle d'électricité dépassera 10.000.000.000 kWh., la puissance sera de 1.700.000 kW. Le courant, transformé à 400.000 volts, sera expédié en partie à Moscou à plus de 1.000 km. (40 %), tandis que 20 % serviront à l'irrigation.

Du côté du Don, les aménagements sont presque achevés. Le fleuve a été barré à Tsimlianskaïa, à 200 km. en aval du canal, par une digue en terre de 12.750 m., complétée par un déversoir bétonné de 495,5 m. Le remous de ce barrage atteindra, lorsqu'il sera complètement rempli, l'entrée du Canal Lénine. Les bancs de sable, si dangereux pour la navigation, et qui obligent à utiliser exclusivement des bateaux plats, seront noyés sous 5 à 20 m. d'eau. Mis en eau au printemps dernier, le barrage n'est pas encore plein : les eaux ont encore 8 m. à s'élever. Le réservoir d'eau ainsi créé contient 24.000.000.000 m^3 d'eau, plus que le débit annuel du Don qui pourra ainsi être intégralement régularisé. Cette réserve d'eau sert également à l'irrigation : 100.000 ha. de steppes sèches ont été irriguées dès cette année sur le Don inférieur, mais on prévoit de porter ce chiffre à 650.000 très prochainement. De plus, on fournira de l'eau à 2.000.000 ha. au moyen de deux canaux en cours d'achèvement, sur chacune des rives du Don. L'un d'eux atteindra la Mer d'Azov. Tsimlianskaïa et ses annexes représentent le déplacement de 152.100.000 m^3 de terre, la mise en place de 2.960.000 m^3 de béton, l'installation de 44.400 t. de constructions mécaniques et la plantation de 2.900.000 m^2 de digues, berges, etc..., avec des arbres et du gazon. Le premier groupe de la centrale de Tsimlianskaïa est déjà entré en fonctions. C'est lui qui alimente les stations de pompage du Canal Lénine. Un canal de 4,9 km., avec deux écluses, permet à la navigation de franchir la digue de la centrale.

En même temps, l'équipement de toute la région est activement poussé. La construction de la centrale de Tsimlianskaïa s'est accompagnée de la pose de nouvelles voies ferrées reliant la centrale au réseau régional, assez lâche : au total 174 km. Une route goudronnée, qui suit successivement l'une, puis l'autre rive du Canal Lénine, relie Stalingrad à Kalatch. Dans cette dernière ville, un port fluvial moderne, avec des grues de 12 t., a été équipé. On travaille actuellement à la construction des canaux d'irrigation qui partiront, en cinq points, du Canal Lénine. Ils vont permettre d'irriguer, dans la région de Stalingrad, 150.000 ha. et de fournir des points d'eau à 1.000.000 d'autres. Enfin, dans tout le territoire, on plante également des bandes forestières et des rideaux d'arbres, destinés à lutter contre l'érosion des sols et à modifier le micro-climat.

Cette œuvre gigantesque, qui ne peut que soulever l'admiration du technicien, a été réalisée dans des conditions particulièrement difficiles. Les steppes de Stalingrad, où se joua pendant la guerre le sort de l'Europe, sont particulièrement inhospitalières. La moyenne de température du mois de janvier y atteint —15°, tandis que celle de juillet dépasse 25°. En dehors du bord des cours d'eau, aucun arbre, l'immensité souvent déserte, tapis de plantes ligneuses odoriférantes, battue des vents, tour à tour brûlante et glacée. Les rares villages, attirés par l'eau, étaient tapis dans les vallées de la Karpova et de la Tchervlionnaïa, se trouvant justement à l'emplacement des futurs réservoirs durent être déménagés. Y compris les travaux de Tsimlianskaïa, il fallut reconstruire 9.000 bâtiments. Enfin, la steppe déserte, inhospitalière et incapable de fournir un nombre élevé de travailleurs, manque totalement de matériaux de construction. Pas de pierres, pas de bois, pas même de gravier. Un limon jaune, semblable au lœss et le sable forment tous les affleurements. Il fallut tout faire venir : la pierre de Rostov, à 700 km., le bois de la Haute-Volga, à 1.000 km. ou 1.500 km., le gravier à béton presque d'aussi loin, le ciment de même. Les matériaux amenés journellement sur les chantiers depuis des centaines de kilomètres, se sont montés jusqu'à 14.000 tonnes.

Or, cette œuvre gigantesque a été commencée en 1948. Elle a été menée à bien en moins de quatre ans. Une durée si courte et des conditions si difficiles excluaient le travail à la main. Le canal est bien un travail d'esclaves, mais d'esclaves mécaniques. La mécanisation atteignit le taux de 98 % et la productivité fut deux fois et demie plus élevée que pour la construction du canal de Moscou et huit fois supérieure à celle du canal Mer Blanche - Mer Baltique. La main-d'œuvre ne dépassa pas quelques milliers d'individus, que l'on put ainsi installer sans peine même dans ce pays rébarbatif. Les moyens mis en œuvre auraient permis de construire en un an seulement le canal de Moscou. Certains jours, les terrassements atteignirent 197.000 m³, le bétonnage 4.752 m³, le pavage des berges 20.500 m². Le parc de matériel atteignit 185 excavateurs, 500 scrapers et bulldozzers, des centaines de camions-bennes de 25 t. et de bennes auto-chargeuses, 7 usines automatiques à béton, une dizaine de pompes à terre flottantes. Les travaux du Canal Lénine furent le banc d'essai d'une série de machines nouvelles à fort rendement, toutes de conception et de construction soviétiques, dont nous vîmes les plans et des modèles réduits. Excavateurs géants d'un poids de plusieurs centaines de tonnes, munis d'une benne de 14 m³ avec une flèche de 70 m. et se déplaçant au moyen d'un système de pistons hydrauliques placés en croix et fonctionnant à la manière de

jambes ; usines à béton entièrement automatiques, démontables et escortant les chantiers, servies par 23 ouvriers et dont 7 ont suffi à fournir tout le béton exigé ; dragues suceuses refoulant à une distance de 2 km. et servies par un équipage d'une vingtaine d'ouvriers. Le meilleur excavateur marchant Ech-14/65, dirigé par l'ingénieur Ouskov, enleva, en 18 mois, 2.800.000 m³ de terre avec seulement 17 ouvriers.

D'innombrables perfectionnements purent être apportés aux machines et aux techniques de travail. Les méthodes stakhanovistes firent que tout le chantier n'était qu'un vaste laboratoire où on expérimentait sans cesse, améliorant, perfectionnant, et où l'on enseignait immédiatement aux autres, sans arrière-pensée, les fruits de son labeur intellectuel. C'est ce qui explique que ce gigantesque travail, pour lequel on avait prévu une durée de 6 ans, put être achevé en quatre seulement. D'innombrables techniques nouvelles furent mises au point, notamment pour couler le béton à basse température (—30° ou —40°), pour lutter contre les terrains mouvants, pour diminuer le temps de montage des mécanismes des écluses et des pompes. Ces progrès permettront d'achever plus rapidement les autres grands projets des Chantiers du Communisme, comme le canal Turkmène long de 1.100 km., dont le creusement est commencé. Grâce à eux, l'U. R. S. S. agrandit pacifiquement son territoire de millions d'hectares que l'eau rendra fertiles et tout un peuple de 200.000.000 d'hommes attend de leur réussite une nouvelle élévation de son niveau de vie.

L'achèvement du Canal Lénine est déjà lourd de conséquences économiques, bien que le Don et la Volga ne soient pas encore finis d'aménager, ce qui limite le tonnage des chalands qui l'empruntent. A partir du 1er juin, en 50 jours, le canal a déjà vu passer plus de 400 bateaux. C'est pourquoi, on ne l'a pas fait déboucher en amont du barrage de Stalingrad, ce qui aurait réduit d'une vingtaine de mètres la dénivellation à franchir entre Don et Volga. Sa construction, plus facile, certes, eût été retardée de plus de deux ans. Le Canal Lénine met en communication le Bassin du Donetz, qui fournit encore plus du tiers du charbon soviétique et reste un centre primordial d'industrie lourde, avec le Bassin de la Volga et les rives de la Caspienne. Inversement, il permet aux pétroles de Bakou et de l'Emba d'atteindre l'Ukraine orientale et le Donetz par voie d'eau, moins coûteuse que le rail. Il facilitera aussi le ravitaillement de Moscou en blé du Kouban. De nouvelles perspectives économiques s'ouvrent, grâce à lui, au moment où le Cinquième Plan Quinquennal

projette un accroissement massif de l'industrie légère qui se traduira pour les peuples soviétiques par une nouvelle et rapide élévation du niveau de vie.

J. TRICART.

Principaux travaux utilisés :

Les grandes constructions de l'époque stalinienne, ouvrage collectif, Moscou, Molodaïa Gvardia, 1951, 206 p. (en russe).

Les grands chantiers de l'Union Soviétique, ouvrage collectif, Moscou, Profizdat, 1951, 72 p. (en français).

CHIKTOROV (I. S.) : *Le canal navigable Volga-Don est terminé*. Interview recueillie par VOKS, *Moscou*, et polycopié en français, 10 p.

KOCHELIEF (F. P.) : *Les majestueux travaux staliniens du communisme et leur portée économique*. Moscou, Pospolitizdat, 1952, 168 p. (en russe).

VAKHTUROV, DMITRIYEV, POPOV : *The V. I. Lenin Volga-Don Canal. Its economic significance*. New Times, Moscou, 1952, n° 30, pp. 3-6.

GREKOULOV (L. F.) : *La voie d'eau Volga-Don*. Priroda, 1952, n° 7, pp. 37-50 (en russe).

La plupart de ces ouvrages se trouvent à la bibliothèque du Centre Culturel de l'Association France-U.R.S.S., 29, rue d'Anjou, Paris.

Le centenaire de la naissance de Ramón y Cajal

par Raoul Michel MAY

Professeur à la Sorbonne

L'Espagne entière a rendu hommage, cette année, à la mémoire de l'illustre histologiste et neurologiste Santiago Ramón y CAJAL, né il y a un siècle, en 1852. Les Académies de Médecine et de Sciences ont tenu des séances spéciales en son honneur. Tous les journaux d'Espagne, jusqu'aux plus modestes, lui ont consacré des numéros entiers, mettant en valeur sa volonté acharnée devant les difficultés, son amour du travail, le génie et la fécondité de ses recherches.

L'Etat espagnol, représenté par le ministre de l'Education Nationale, a organisé une réunion solennelle à Saragosse, où CAJAL fit ses études de médecine, a inauguré un groupe scolaire qui porte son nom à Petilla de Aragon, où il naquit, a créé une série de bourses qui portent également son nom, a émis un timbre-poste à son effigie, et a conféré le titre de marquis de Ramón y CAJAL à ses descendants.

Santiago Ramón y CAJAL a bien mérité de l'humanité entière, et ses découvertes ont placé son nom parmi ceux des plus grands biologistes, comme Claude BERNARD, auquel on l'a souvent comparé, et PASTEUR. CAJAL a, en effet, complètement rénové et éclairé nos connaissances sur le système nerveux des animaux et de l'Homme. On peut dire sans exagération qu'il est le fondateur de la neurologie moderne et, par voie de conséquence, de la neuro-pathologie.

Avant ses recherches, comme il n'existait pas de méthode spécifique du système nerveux, les images qu'on en obtenait par les méthodes ordinaires étaient interprétées de différentes façons, toutes erronées. C'est ainsi que HENSEN considérait l'embryon tout entier comme un vaste syncytium sans limites cellulaires. Les cellules seraient en rapport entre elles au moyen de fines connexions protoplasmiques dont un certain nombre se transformeraient par la suite en nerfs. Pour presque tous les neurologistes de l'époque, ces connexions entre les cellules nerveuses demeuraient chez l'adulte sous forme d'un vaste réseau. BALFOUR et de nombreux embryologistes

soutenaient, d'autre part, que les nerfs embryonnaires sont constitués par des chaînes de cellules, dont chacune différencierait une petite fraction de la fibre nerveuse définitive, qui se mettrait secondairement en rapport avec la cellule nerveuse.

Il est certain que le grand nombre de cellules dans les centres nerveux, l'enchevêtrement de leurs expansions, rendaient leur analyse impossible pour ces premiers observateurs, avec leurs techniques relativement rudimentaires.

Cajal bénéficia, par contre, de la découverte par Golgi, en 1873, de la première méthode d'imprégnation métallique. Celle-ci fait apparaître, sur un fond jaune parfaitement translucide, quelques cellules nerveuses seulement, mais dans leur totalité, c'est-à-dire avec toutes leurs expansions, colorées en brun foncé ou en noir, parmi tous les autres éléments restés invisibles. L'imprégnation de Golgi a réalisé le rêve technique d'une dissection complète d'un petit nombre d'éléments nerveux, sans structure interne, mais entiers, alors que les milliers de cellules nerveuses qui les entourent ne sont pas imprégnés.

Assez curieusement Golgi ne sut ni tirer parti de cette merveilleuse technique, ni interpréter correctement les résultats qu'on en obtenait. C'est Cajal qui, avec une extraordinaire énergie, une patience à toute épreuve, et une parfaite sagacité, l'appliqua, en la modifiant, à de très nombreuses variétés de cellules nerveuses, dans tout le règne animal, et détermina leur aspect réel. Une méthode totalement différente, celle au bleu de méthylène, découverte par Ehrlich en 1886, confirma tous ses résultats.

On peut dire qu'aucune partie du système nerveux des Vertébrés n'a échappé aux recherches de Ramón y Cajal. Commençant par une remarquable étude comparée de la rétine, il étudia successivement, chez tous les Vertébrés, la moelle épinière, le bulbe, le cervelet, les différentes parties du cerveau proprement dit, le système nerveux sympathique, les nerfs périphériques, les organes des sens. Ces études, faites sur des embryons, des animaux jeunes et adultes, furent complétées par une investigation approfondie du cortex cérébral humain, qui se révéla à Cajal très différent de celui des Mammifères inférieurs.

Tout en poursuivant ces recherches morphologiques, Cajal ne négligea pas les considérations théoriques qui en découlent naturellement. La doctrine du neurone, à laquelle on attache le nom de Waldeyer, est fondée sur ses conceptions. Cette théorie, universellement acceptée, présente le système nerveux, en dehors de quelques exceptions, comme un ensemble d'éléments isolés et dis-

crets, contigus, mais non pas continus entre eux. C'est à Cajal que nous devons également la théorie de la polarisation dynamique de la cellule nerveuse, d'après laquelle les dendrites lui apportent les excitations, tandis que l'axone emporte les impulsions qui y naissent. Enfin, sa théorie du neurotropisme, si elle est encore débattue, a suscité un nombre énorme de recherches sur les causes de la croissance et des connexions du système nerveux, qu'elle tente d'expliquer.

Une deuxième et importante étape technique fut franchie par Cajal en 1903, lorsqu'il inventa sa méthode à l'argent réduit. Celle-ci montre les cellules nerveuses de façon intense, mais en les laissant transparentes. De cette façon on peut observer leur structure interne, et notamment les neurofibrilles, fines fibrilles qui y édifient une sorte de charpente et qui se rencontrent jusqu'aux extrémités de leurs dernières ramifications ; on peut également observer, avec cette méthode, certaines des expansions de la cellule nerveuse. La méthode de Cajal est donc une technique cytologique au moyen de laquelle est possible l'observation de fins détails structuraux. Telle quelle, ou modifiée par d'autres savants, elle est aujourd'hui la base indispensable de toute recherche sur la cytologie ou l'histologie du système nerveux.

Les recherches sur le système nerveux de Cajal et de ses élèves ont été publiées en grande partie dans une revue qu'il a fondée, les « *Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Madrid* ». Elles sont, en plus, accessibles sous forme de livres et de traités. L'un : « *Histologie du système nerveux de l'Homme et des Vertébrés* », œuvre aujourd'hui classique, fut traduit par L. Azoulay en 1909-1911. Nous avons eu l'honneur de publier, en 1928, à Oxford, la traduction d'une autre de ses grandes œuvres : « *Estudios sobre la degeneración y regeneración del sistema nervioso* », fondamentale pour la compréhension du système nerveux traumatisé.

En plus de ses travaux biologiques, Cajal a fait œuvre de littérateur et de philosophe, notamment dans ses livres : « *Reglas y consejos sobre la investigación cientifica* », où il tente d'inculquer aux jeunes le goût de la recherche et de développer le climat dans lequel elle peut et doit être poursuivie ; « *Charlas de café* », où il expose ses idées sur de nombreux sujets et ses réflexions de toute une vie ; enfin « *Recuerdos de mi vida* », autobiographie d'un puissant intérêt.

S'il est normal que le pays natal d'un génie tel que Cajal soit le premier à fêter le centenaire de sa naissance, sa contribution à la connaissance de l'Homme et les applications qui en découlent

directement rendent le monde entier son débiteur. Aussi ne pouvons-nous que regretter qu'un organisme international comme l'U.N.E.S.C.O., ou certains centres scientifiques et universitaires de divers pays, n'aient pas profité de cet anniversaire pour rendre également hommage à cet hardi novateur. Ce serait là la moindre justice pour l'auteur d'une œuvre qui, dépassant le cadre de la biologie et de la médecine, est et demeurera sûrement dans l'avenir une des grandes sources des connaissances humaines.

Raoul Michel MAY.

Nous venons de lire avec stupéfaction dans le numéro de janvier de « Sélection du Reader's Digest » (page 100, Réponses à « Enrichissez votre vocabulaire »), la définition suivante :

« ISOTOPES : Du grec *isos*, même, et *topos*, place. Les *isotopes sont des éléments dont les propriétés chimiques sont absolument identiques*, comme par exemple le cobalt et le radium. »



LES LIVRES

BEACHAM (T. E.). — Pipe resistance for hydraulic, lubricating, and fuel oils, and other non-aqueous liquids. — Spon, édit., Londres, 1951, 62 pages. Prix : 18 schillings.

Ce livre est consacré au calcul pratique de la résistance hydraulique des conduites pour liquides non aqueux, particulièrement pour produits pétroliers, dont le transport par canalisations se développe de plus en plus. Une série de diagrammes donnent les pertes de charge correspondant aux valeurs usuelles de la viscosité et pour divers types de matériaux constitutifs des tuyaux. Des diagrammes accessoires donnent, en outre : la variation de la viscosité avec la température et avec la pression, le nombre de Reynolds, les pertes dues aux coudes, etc...

Les unités employées sont les unités anglaises, ce qui réduit sensiblement la valeur internationale de l'ouvrage.

G. GUILLAUMIN.

BOGUE (R. H.). — La Chimie du Ciment Portland. — Un volume 16,5 × 25 de 606 pages et 240 figures. Edit. Eyrolles, Paris, 1952. Prix, relié : 5.500 fr.

L'ouvrage, publié sous les auspices du Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie des Liants hydrauliques et traduit par les soins des Services techniques de la Société anonyme des Chaux et Ciments de Lafarge et du Teil, est l'œuvre de R. H. BOGUE, premier directeur du Fellowship (Centre d'Etudes) de l'Association du Ciment Portland au Bureau national des Standards à Washington. Le Fellowship est une organisation coopérative créée par acte du Congrès, par laquelle le gouvernement et l'industrie collaborent dans un programme de recherches. Grâce à une petite équipe de spécialistes de grande valeur, le Fellowship a atteint une réputation mondiale en tant que laboratoire de recherches dans le domaine du Ciment Portland.

Le volume comprend deux parties principales : 1°) La chimie des réactions à haute température qui aboutit à la formation du clinker : 2°) La chimie de l'utilisation du ciment, c'est-à-dire des réactions qui se produisent entre le ciment et l'eau. L'auteur montre à quel point toutes les réactions qui interviennent, aussi bien les réactions à haute température que les réactions d'hydratation, sont dominées par les équilibres de phase ; aussi un chapitre très important est consacré à l'exposé des lois de l'équilibre. Il ne se borne pas à donner l'état actuel de chacune des questions qu'il traite, mais commence par exposer et critiquer les travaux effectués et les théories antérieures émises, tant aux U. S. A. que dans le monde entier.

L'ouvrage traite exclusivement de la chimie du Portland, négligeant l'étude des autres types de ciment et n'exposant que d'une façon incidente les problèmes de fabrication industrielle. Ecrit en principe à l'intention du chimiste du ciment, et du point de vue du chimiste de recherche intéressé par les problèmes industriels, il est cependant conçu et exposé de façon à s'adresser également à l'exécutant et à l'ingénieur.

Cet ouvrage spécialisé, dont le sujet est traité en entier du point de vue de la chimie physique moderne, vient à son heure, car il constitue une excellente synthèse générale donnant le bilan des progrès techniques et scientifiques de l'industrie du Ciment Portland. Il fournit, en outre, une copieuse liste de références bibliographiques permettant au lecteur de se rapporter à ce qui a été publié dans le monde.

E. CATTELAIN.

E. COLERUS. — De la table de multiplication à l'intégrale. — Un volume 13 × 19 de 320 p. dans la Bibliothèque de Phil. Scient. Flammarion, Paris, 1952. Prix :

L'auteur de cet ouvrage est bien connu en France, où a été déjà traduit dans la même collection, son livre « de Pythagore à Hilbert ». Ici, l'auteur veut atteindre tous les lecteurs, y compris ceux qui n'ont pas le bagage mathématique très usuel. Il s'y donne avec beaucoup d'enthousiasme. Et c'est ce qui explique les commentaires, parfois un peu prolixes, qui précèdent les thèmes essentiels de son exposé. La présentation de ces derniers n'en est pas moins louable, par le désir de précision qui s'en dégage.

G. BOULIGAND.

R. FOCH. — La haute autorité de la vallée du Tennessee. — Un volume 14 × 22 de 170 p. avec une carte. Presses Univ. Paris, 1952. Prix : 500 fr.

Ouvrage intéressant pour les économistes et les sociologues ; ils auront ici les éléments d'une des expériences typiques entreprises aux U. S. A., pour donner au gouvernement, grâce à une grandiose entreprise hydro-électrique dans un secteur jusqu'alors délaissé, le moyen de résorber le chômage et d'intervenir dans la vie industrielle. Ouvrage qui se prête ainsi à d'importantes discussions au sujet des doctrines économiques, et des principes politiques dont elles s'inspirent.

G. BOULIGAND.

J. HAAG, Membre de l'Institut. — **Les mouvements vibratoires, t. I.** — Un vol. 14 × 20 de 268 p. de la Collection Euclide. Presses Universitaires de France. Paris, 1952. Prix : 1.600 fr.

Divers volumes ont déjà présenté l'étude des vibrations sous les formes variées, mécaniques, acoustiques, électriques, optiques..., où elle se présentent. Le fait de les rapprocher les unes des autres est reconnu comme une chose très objective, justifiée par la possibilité de les rattacher à une même théorie mathématique, laquelle, très simple quand il s'agit de vibrations sinusoïdales, devient délicate lorsqu'il s'agit d'oscillations de relaxation.. L'auteur du présent livre est parvenu à présenter cette théorie et ses applications sous une forme aussi harmonieuse que possible. Et pour apprécier à sa juste valeur son exposé, le mieux est de porter d'emblée les regards vers la seconde partie de son livre, celle qui concerne la Mécanique non linéaire, dont il a soin de donner d'abord un préliminaire intuitif. Le terrain étant ainsi préparé, prenant appui sur un théorème d'analyse nettement explicité, l'auteur approfondit les divers aspects de la question, dans toute sa généralité, en englobant, à la suite des travaux de Van der Pol, les domaines de la Mécanique **quasi-linéaire** et de la Mécanique très actuelle dite : **fortement non linéaire.**

Suivent les applications à quelques oscillateurs bien connus : le pendule, le balancier de la montre, les séismographes... ; autant d'exemples bien choisis pour confirmer l'à-propos de développement dont le talent de l'auteur tendrait à faire oublier que, du point de vue mathématique, ils sont de grand style !

G. BOULIGAND.

JOUGUET (Marc). — Traité d'électricité théorique. T. 1, Electrostatique. Collection Technique et Scientifique du C. N. E. T. — Un vol. in-8°, 359 p., Paris, 1952, Gauthier-Villars Edit., Prix : 4.000 fr.

Le traité d'électricité théorique dont M. Jouguet nous présente le premier tome, comprendra plusieurs volumes et se propose de développer un exposé approfondi et aussi rigoureux que possible de la théorie générale des phénomènes électromagnétiques en tenant compte des résultats acquis dans les cinquante dernières années. Bien que l'existence des phénomènes corpusculaires détermine l'aspect macroscopique, M. Jouguet se propose de

ne considérer dans les premiers volumes que l'aspect macroscopique en ne faisant intervenir que sommairement et provisoirement les notions microscopiques indispensables. Bien que l'exposé soit uniquement théorique, dans les cas où des hypothèses simplificatrices sont introduites à la base ou au cours des raisonnements, les conclusions des calculs sont comparées avec les lois expérimentales. Les descriptions de dispositifs ou de machines que l'on peut trouver dans les ouvrages classiques d'électrotechniques sont écartées de ce traité.

Le premier volume qui traite de l'électrostatique est divisé en six chapitres. Le premier chapitre étudie les propriétés générales et les équations fondamentales du champ électrostatique avec, en application, le calcul des potentiels et des champs produits par diverses distributions de charges (sphères, cylindres, ellipsoïdes, etc...). Le second chapitre examine les problèmes posés par l'équilibre électrique des conducteurs homogènes, les phénomènes d'influence, la théorie générale des condensateurs. Le chapitre III expose la théorie générale des diélectriques appliquée ensuite au calcul des potentiels et champs de divers volumes de matière polarisée. Le chapitre IV (Equilibre électrique des conducteurs non homogènes, piles) développe la théorie de l'effet Volta et de l'effet Seebeck. Les chapitres V et VI (Energie interne, potentiels internes et énergie électrostatique ; Forces électro-mécaniques) examinent du point de vue énergétique les caractères électriques et mécaniques des systèmes de corps électrisés susceptibles de se déplacer ou de se déformer, ces transformations pouvant être accompagnées de phénomènes calorifiques. Les grandeurs thermodynamiques, énergie interne, entropie et potentiel interne sont évalués pour des systèmes de conducteurs et de diélectriques généraux, déformables ou indéformables. L'application du principe des travaux virtuels permet de déterminer les forces et les tensions intervenant dans les systèmes généraux et de développer une théorie générale de l'équilibre électro-mécanique. Cette théorie est appliquée notamment à l'étude des fluides isotropes polarisés, des conducteurs immergés dans des diélectriques et de l'action des champs sur les solides conducteurs ou diélectriques déformables.

G. PETIAU.

JOUSSET (J.). — Aide-Mémoire Dunod : Chimie. — Trois volumes 10 × 15 de 814 pages. 65ᵉ édition. Edit. Dunod, Paris, 1952. Prix, reliés (chaque volume) : 450 francs.

La présentation originale des chapitres de cet ouvrage, préfacé par P. PIGANIOL, Professeur agrégé de Chimie, pourra surprendre le lecteur non averti. Mais cet Aide-Mémoire, comme ce mot l'indique, n'a aucun caractère didactique. L'auteur, ingénieur E. S. P. C. I., a tenu à lui donner une présentation essentiellement pratique, et a moins recherché un enchaînement logique qu'un groupement des chapitres dans lesquels le renseignement demandé pourra être trouvé le plus rapidement et complètement.

Le plan de l'ensemble des trois volumes se trouve donc être le suivant :

Tome I : Mesures, Constantes physiques des corps chimiques.

Tome II : Propriétés et caractéristiques des composés organiques.

Tome III : Chimie minérale. Analyse minérale et analyse organique.

L'Aide-Mémoire de Chimie présenté par M. Jousset n'est pas la répétition pure et simple des formulaires du passé : c'est un document nouveau, par suite d'une refonte complète qui s'imposait avec nécessité.

Nul doute que le lecteurs (étudiants du P. C. B. et des licences ès sciences, chimistes, ingénieurs, industriels, professeurs, pharmaciens, élèves des écoles techniques) ne trouve dans cet ouvrage tout ce que l'auteur, au prix d'un travail considérable, a désiré lui apporter.

E. CATTELAIN.

LANTHONY (J.). — L'aluminium et les alliages légers. — Un vol. in-16 de 128 pages. Collection « Que sais-je ? » Presses Universitaires de France, Paris, 1952. Prix : 150 francs.

Cet opuscule, le n° 543 de la classique Collection « Que sais-je ? », clair et documenté, offre au lecteur cultivé, sous une forme très accessible, une remarquable synthèse des données solidement acquises sur le second métal du monde après le fer.

L'ouvrage est divisé en douze chapitres : Historique, Les minerais, Fabrication de l'alumine, Fabrication de l'aluminium, L'aluminium et ses propriétés, Les alliages légers, La bauxite dans le monde, L'aluminium dans le monde, Economie et organisation de l'industrie de l'aluminium, Utilisation de l'aluminium, L'aluminium de deuxième fusion, Etat actuel du marché de l'aluminium. Une bibliographie sommaire, mais suffisante, complète ce très utile exposé.

E. CATTELAIN.

MASSAIN (R.). — Chimie et Chimistes. — Préface de Louis de Broglie, Prix Nobel. — Un volume 17 × 21 de 416 pages, avec nombreuses illustrations. Edit. Magnard, Paris, 1952. Sans indication de prix.

Sous le titre **Physique et Physiciens,** l'auteur, Agrégé des Sciences physiques et Professeur au Lycée Janson de Sailly, a publié un ouvrage (dont il existe une seconde édition) donnant une vue d'ensemble du développement de la Physique à travers les âges, abondamment illustré, comportant un très grand nombre de citations de texte, et présenté sous une forme éducative et aimable.

M. Massain nous donne aujourd'hui un deuxième ouvrage intitulé **Chimie et Chimistes,** qui est le pendant naturel du premier et qui comprend deux parties : 1) **Première partie.** Elle s'étend sur quatorze lectures et donne un aperçu de l'histoire de la Chimie depuis l'antiquité jusqu'à nos jours. L'auteur a su admirablement faire revivre les figures pittoresques des alchimistes, et décrire d'une façon captivante le développement de la Chimie au cours des XVIIe et XVIIIe siècles jusqu'à son glorieux épanouissement actuel. 2) **Deuxième partie.** Elle comporte une série de monographies, transcription fidèle de textes originaux, réparties en dix-huit lectures. chaque lecture est accompagnée d'une introduction destinée à la placer dans le cadre qui convient, ainsi que de commentaires ou de notes explicatives.

Nous conseillons très vivement l'acquisition de cet excellent ouvrage, œuvre d'érudition charmante, dont la lecture nous a procuré un plaisir littéraire extrême, en même temps qu'elle nous a fourni une riche documentation, souvent inédite et toujours précieuse.

E. CATTELAIN.

S. MANDELBROJT. — Séries adhérentes - Régularisation des suites - Applications. — Leçons professées au Collège de France. — Un vol. 16 × 25 de 277 pages dans la Coll. de Monographie sur la Théorie des fonctions. Gauthier-Villars, Paris, 1952. Prix :

L'éminent analyste expose ici les résultats d'une longue suite de recherches personnelles en les groupant autour d'un principe traduit par une inégalité très générale permettant de mieux dominer la quasi-analyticité généralisée, plusieurs problèmes d'unicité des moments, la théorie de fermeture de certaines suites de fonctions, diverses questions sur les séries de Dirichlet, etc... Tous ces sujets apparaissent ainsi comme des aspects différents d'un seul phénomène, nettement explicité.

Un autre principe est en outre largement utilisé, celui de la régularisation des suites, lequel a beaucoup favorisé les progrès faits depuis une vingtaine d'années dans l'étude des fonctions infiniment dérivables, en général, et des fonctions quasi-analytiques, en particulier.

Ainsi, la collection de M. Emile Borel est-elle enrichie, sur des sujets difficiles, d'un ouvrage de haute valeur.

A. BOULIGAND.

MILLOT (Jacques). — Biologie des races humaines. — Un vol. 223 pages. Collection Armand Colin. N° 275, 1952.

L'étude des races humaines a longtemps reposé sur des caractères morphologiques et anatomiques ; aujourd'hui, les travaux basés sur la Chimie biologique, la Physiologie, la Pathologie ouvrent une voie nouvelle et déjà pleine de promesses ; l'Anthropologie biologique est devenue « l'aile marchande » de l'Anthropologie. C'est à cet aspect de la question que M. J. Millot a si parfaitement réussi à nous initier. L'ouvrage comprend trois parties ; dans la première sont exposées divers problèmes de Biologie générale humaine ; les deux dernières sont consacrées à l'exposé des principales données physiologiques et pathologiques. En guide avisé et prudent, l'auteur, grâce à son expérience personnelle, commente objectivement les nombreux documents déjà accumulés, souligne les difficultés, les insuffisance et suggère de nouvelles recherches ; toujours il passionne le lecteur. Qu'il soit permis à un parasitologue de relever une légère erreur (p. 185) : la sparganose oculaire est déterminée par la larve d'un Cestode, et non pas, comme il est indiqué, d'un Trématode.

R. CAVIER.

NIGGLI (P.). — Gesteine und Minerallagerstatten. — Tome 2 : Exogene Gesteine und Minerallagerstatten. 1 vol. in-8, 557 pages, 181 figures. Bâle, 1952, Birkhaüser éditeur. (Prix : broché : 45 fr., relié : 49,40 fr. suisses.)

Le second volume de ce magnifique traité intéresse les minéralogistes, les pétrographes, les prospecteurs, les géologues et les pédologues.

La première partie est consacrée à l'altération des minéraux et des roches, à la classification génétique des roches de néo-formation : latérites, bauxites, kaolins, etc. On arrive à la formation des sols, à leur répartition en Suisse et dans toute l'Europe.

La deuxième partie est consacrée à l'étude des sédiments et contient des chapitres très nouveaux sur la genèse des psammites, des pélites, humites, sapropels, de certains minerais de fer et manganèse, des silex, puis des calcaires et dolomies, des phosphates et des sels, enfin sur la neige et la glace.

Les dernières pages traitent d'une manière très originale des provinces pétrographiques sédimentaires.

On aura souvent recours à ce livre de base, bourré de renseignements et enrichi d'une abondante bibliographie.

R. FURON.

RENAULT (R.). — Chimie théorique. — Un vol 13 × 21 de 276 pages. Edit. : Revue d'optique théorique et instrumentale, Paris, 1952. Sans indication de prix.

Résumé de l'enseignement que l'auteur donne à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon, où il est maître de conférences de Chimie théorique. Il a l'ambition de fournir, à ceux qui étudient et pratiquent la chimie, un instrument commode devant faciliter leur tâche et réparant, autant que possible, pour eux, les inconvénients de l'incohérence des programmes d'étude et de la déficience de l'enseignement.

M. RENAULT prétend, ce qui nous paraît très exagéré, que bien rares sont les étudiants des établissements de l'Enseignement supérieur qui possèdent les notions indispensables pour l'étude rationnelle des phénomènes chimiques. D'après lui, ils seraient la plupart incapables de différencier la covalence de l'électrovalence, de justifier la formation des complexes, de dire pourquoi la solution ammoniacale est basique, la soude une base et non un acide.

En résumé, la Chimie apparaît à l'auteur comme une science physique, mathématique, que l'on doit raisonner comme on raisonne un problème de physique. Raisonner, puis expérimenter, tel doit être, d'après lui, le sens de l'activité scientifique.

E. CATTELAIN.

J. REY PASTOR. — La Matematica Euperior. — Metodos y Problems del Siglo XIX. 360 p. (14 × 22), Iberiamericana, Buenos-Aires, Madrid, 1951.

Excellent exposé, qui donne des aperçus très suggestifs sur de nombreux sujets de haute mathématique, restés depuis le siècle dernier au premier plan des préoccupations les plus importantes des géomètres. Tout en se défendant de donner à sa rédaction un caractère encyclopédique, l'auteur ne laisse dans l'ombre aucune chose vraiment marquante. Son texte est facile à consulter, car les matières en sont distribuées en sept conférences :

1) Arithmétique et logique mathématique. — 2) Fondements de la Géométrie. — 3) Arithmétique et algèbre, géométrie algébrique. — 4) Fonctions réelles, géométrie différentielle ou intégrale. — 5) Passage à la limite et corrélation en analyse. — 6) Fonctions de variable complexe. — 7) Systématisation de la mathématique.

Cette ultime section offre un intérêt tout spécial par les vastes horizons qu'elle fait découvrir. Elle se termine, comme les précédentes, par une bibliographie restreinte, mais très efficace. Ce livre aura une influence stimulante sur beaucoup de jeunes étudiants.

G. BOULIGAND.

Séduit par le charme de l'exposé du professeur Rey Pastor, j'ai feuilleté son livre et constaté qu'il rénove le titre de la collection « Esprit et Méthode » en lui substituant « Esprit et Vérité ». Qu'il en trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

Le Directeur des Editions S. E. D. E. S.

RICCI (A.). — L'Hydrogène. — Un vol. in-8° couronne de 128 pages. Edit. : Presses Universitaires de France, Paris 1952. Prix : 152 fr.

Cet ouvrage, le n° 526 de la classique collection **« Que sais-je ? »**, rédigé par un agrégé de Physique, constitue une excellente monographie de l'hydrogène atomique (avec ses 3 variétés isotopiques : protium, deuterium et tritium) et moléculaire. Le plan est très rationnellement établi : A) **Première partie** (Chimie classique) : L'hydrogène, l'oxygène et l'eau (chapitre premier). Propriétés chimiques et préparations (chapitre II) B) **Deuxième partie** (Physique moderne) : L'électron (chapitre III). Le proton (chapitre IV). L'hydrogène de Bohr (chapitre V.). Généralisation du schéma de Bohr (chapitre VI). Rôle universel du proton (chapitre VII). Isotopes de l'hydrogène (chapitre VIII). C) **Troisième partie** (Chimie moderne) : L'hydrogène moléculaire (chapitre IX). L'hydrogène atomique (chapitre X). Modes de liaison de l'hydrogène (chapitre XI).

Mise au point, simple et brève, où l'auteur nous fait profiter de ses qualités scientifiques et de sa grande expérience pédagogique.

E. CATTELAIN.

SMART (W. M.). — L'origine de la Terre. — Un vol. in-8°, 236 pages, 14 photographies, 6 tableaux et 42 figures. Paris, 1952, Payot, édit. (Prix : 900 fr.).

La doctrine de l'Evolution, appliquée aux sciences biologiques, est familière à toute personne instruite. L'auteur montre ici que l'évolution est un principe actif dans l'Univers matériel. Au cours de cette transformation ordonnée, il peut se produire une discontinuité et une étoile nouvelle apparaît, puis disparaît. Il s'agit de reconstituer l'histoire de l'Univers et plus particulièrement du Soleil et de la Terre, pour limiter le sujet. Le but

principal de l'ouvrage, dit-il, est de retracer des investigations scientifiques et de montrer la part de l'astronomie, de la physique, de la chimie, de la géologie et de la biologie dans le thème fondamental indiqué par le titre.

Partant de la paléontologie pour arriver à la radioactivité, les spécialistes sont d'accord pour fixer l'âge de la Terre aux environs de trois milliards d'années. Le témoignage astronomique exposé au chapitre VIII conduit aux mêmes résultats. Les arguments relatifs à l'âge du Soleil, à l'expansion de l'Univers et à l'évolution du système Terre-Lune, appellent des conclusions concordantes. Il ne reste, si l'on peut dire, qu'une dernière question à poser : comment cela s'est-il fait ? En l'état actuel de nos connaissances, il faut renoncer à la théorie de Laplace, qui expliquait tout. L'épilogue de cette remarquable histoire est un exposé des nouvelles théories et hypothèses cosmogoniques. Aucune ne donne satisfaction. Un fois de plus, nous pouvons être fiers d'avoir résolu de nombreuses énigmes, mais nous sommes rappelés à la modestie assez rapidement.

Grâce à l'auteur, nous apprenons beaucoup de choses, depuis la cosmogonie jusqu'à la géologie, et nous terminons par une très haute leçon de philosophie scientifique.

R. FURON.

SMITH (R. A.). — The Physical Principles of Thermodynamics (Les principes physiques de la thermodynamique). — Un vol. 280 p., 1952. London, Chapman et Hall Edit. Prix : 30 s.

Dans ce volume, destiné aux étudiants de physique et de chimie générales des Facultés des Sciences et aux élèves ingénieurs, M. R. A. Smith s'est proposé de donner un exposé à la fois simple et complet des éléments de la thermodynamique théorique, en évitant à la fois toutes digressions sur l'analyse mathématique des dérivées partielles et sur la technique des machines à vapeur. La thermodynamique considérée comme une science du macroscopique est ici développée en ignorant systématiquement la structure atomique ou moléculaire de la matière.

Partant des notions de température et de chaleur, l'auteur établit simplement la première loi de la thermodynamique, et examine quelques conséquences résultant de l'introduction des définitions relatives aux chaleurs spécifiques. La distinction entre processus réversibles et irréversibles conduit à l'établissement de la seconde loi de la thermodynamique et à la notion d'entropie. Les principes établis sont ensuite appliqués à la discussion des principaux problèmes de la thermodynamique : étude de la déformation élastique, effets thermoélectriques, thermodynamique du rayonnement, thermodynamique des gaz réels et des mélanges de gaz, fonctions thermodynamiques et étude des systèmes à plusieurs phases, thermodynamique des réactions chimiques, théorème de Nernst et thermodynamique des basses températures.

G. PETIAU.

S. TIMOSHENKO. — Théorie des plaques et des coques, traduit de l'anglais par L. Vial. — Un vol. 15,5 × 23,5 de 467 pages, 189 figures. Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris, 4.350 francs.

Dans un ouvrage antérieur « Théorie de l'Elasticité » paru à la même librairie, l'auteur avait étudié la déformation des corps dans l'hypothèse où les trois dimensions de ces derniers étaient de même ordre de grandeur ; le présent travail est consacré à l'étude de la déformation de solides dont une dimension est petite devant les deux autres, de tels éléments, plaques ou coques, intervenant constamment dans de nombreuses constructions.

L'ouvrage étant plus particulièrement destiné aux ingénieurs, les considérations théoriques relatives à la théorie générale des plaques ont été réduites au minimum et la plus grande partie du livre est consacrée à l'étude de problèmes particuliers d'intérêt pratique, certains étant conduits jusqu'aux applications numériques.

Contenant de nombreuses références, cette publication intéressera les ingénieurs désirant étudier dans le détail certains problèmes particuliers, et aussi tous ceux qui désirent approfondir le problème de l'élasticité des parois minces.

M. PARODI.

G. TISCHLER. — **Allgemeine Flanzenkaryologie.** 2. Auflage. 2. Hälfte : **Kernteilung und Kernverschmelzung. Erste Lieferung.** Berlin. Nikolassee, Naturwissenschaftlicher Verlag, Vormals Gebrüder Borntraeger, 1951.

Par suite d'un retard accidentel dans la livraison, nous avons analysé récemment les fascicules II et III de la 2e édition de la caryologie de Tischler (2e partie) avant le fascicule I que nous recevons aujourd'hui. Ce fascicule, de 384 pages, est entièrement consacré à l'étude de la mitose. Après quelques généralités sur le déroulement de la division nucléaire, l'auteur traite successivement des facteurs internes (influences hormonales. Exposé de la question des « radiations mitogénétiques ») et externes de l'entrée en mitose, puis de la simultanéité de la division nucléaire dans les cellules plurinucléées et dans les différentes cellules d'un même tissu.

La plus grande partie de l'ouvrage est consacrée à une étude détaillée de la mitose chez les Cormophytes puis chez les Thallophytes. Viennent ensuite un chapitre sur les anomalies mitotiques observées spontanément ou provoquées expérimentalement, puis une étude de l'amitose, et enfin des généralités sur la méiose.

Comme je l'ai signalé dans l'analyse précédente, cet ouvrage, qui porte le millésime de 1951 a été, en fait, rédigé beaucoup plus tôt, et l'auteur indique qu'il était prêt pour la composition en mai 1941. Nous avons vu qu'un appendice, à la fin de l'ouvrage, rend compte des travaux publiés jusqu'en novembre 1943. Ce n'est donc malheureusement pas, sur beaucoup de points, l'état actuel de la question que nous présente le traité de Tischler. Cependant, tout en souhaitant que l'auteur ait la possibilité de faire paraître rapidement une mise à jour de son livre, nous devons le féliciter sans réserve pour la publication de cet ouvrage fondamental, remarquable par son objectivité et par l'étendue de sa documentation. Il nous est particulièrement agréable de signaler qu'il fait une large place aux travaux des auteurs français, ce qui n'est, hélas, pas de règle générale à l'étranger.

G. DEYSSON.

TRAVERS (A.). — **Notions modernes sur l'atome et la valence.** — Un vol. 25 × 16 cm., de 208 pages, avec planche hors-texte. Edit. : **Vuibert**, Paris, 1950. Prix : 800 fr.

Le présent ouvrage, qui est une initiation, fait le point des connaissances actuelles, et les plus récentes, sur la structure de l'atome et les liaisons atomiques. Il présente le grand avantage d'être très clair, n'exigeant du lecteur que des connaissances en mathématiques qui ne dépassent pas le niveau moyen des Grandes Ecoles. L'auteur n'a pas alourdi son texte par des démonstrations se trouvant dans des ouvrages ou mémoires spécialisés, auxquels il est facile de se reporter, grâce aux références indiquées.

Ce livre s'adresse principalement aux candidats aux Ecoles nationales de Chimie, à la licence et à l'agrégation, et à tout scientifique soucieux de sa culture générale.

E. CATTELAIN.

VERDUN (P.) et MANDOUL (H.). — **Précis de Parasitologie humaine. Parasites et maladies parasitaires.** 5e édition, complètement remaniée et refondue par Mandoul (H) et Mandoul (R.). (Collection Testut). Un vol. de 556 pages avec 280 figures. G. Doin et Cie, édit, Paris, 1951.

La parution d'un précis de Parasitologie humaine, traitant à la fois, les parasites d'origine animale et les parasites d'origine végétale, tenant

compte des récentes acquisitions de la Science, répond à une évidente nécessité. Le médecin ne peut pas rester indifférent devant l'augmentation inquiétante de la fréquence des maladies parasitaires ; en dépit des efforts incessants entrepris pour les combattre, elles demeurent, dans les régions tropicales et subtropicales, une branche majeure de la Pathologie ; certaines ne sont pas rares dans nos régions ; d'autres menacent de s'y propager. Les auteurs ont su allier harmonieusement la Biologie et la Pathologie : à côté de la description des espèces parasites, de l'étude de leurs cycles évolutifs si divers, une place importante est consacrée aux affections qu'ils déterminent chez l'homme. Rien de ce que doit savoir le praticien n'est omis, et malgré les modifications imposées par une mise au point nécessaire, l'ensemble est présenté sous une forme claire et concise, ce qui sera vivement apprécié de l'étudiant auquel des programmes chargés laissent bien peu de temps pour aborder de volumineux traités.

R. CAVIER.

Ph. E. VERNON. — La structure des aptitudes humaines. — Un vol. in-8° 14 × 22, de XII-195 pages, dans la coll. Biblioth. sc. intern. — Presses Universitaires, Paris, 1952. Prix : 800 fr.

Dû à un professeur de psychologie pédagogique à l'Université de Londres, cet ouvrage montre l'utilité que présente pour son thème essentiel la connaissance nette des principes de l'analyse factorielle. Malgré un tel recours et ce qu'il semblerait annoncer de sévère, le sujet, traité sous une forme assez simple, devient accessible à qui s'est initié aux éléments de la psychologie, assez pour savoir en particulier ce que sont un test d'intelligence et un coefficient de corrélation.

Confrontant les résultats, parfois contradictoires, des revues anglo-saxonnes spécialisées, l'auteur est parvenu à les ajuster et ainsi, à donner un tableau cohérent des recherches sur la structure mentale. Il a d'ailleurs laissé de côté divers champs étrangers à celui des aptitudes (facteurs de personnalité, attitudes, intérêts, etc...).

La bonne traduction donnée par M. Reuchlin sera d'un précieux secours pour les techniciens de langue française, dans cet ensemble de questions très activement étudiées.

G. BOULIGAND.

VINCENT (E. T.). — The theory and design of gas turbines and jet engines. Un vol., 606 pages. Mc Graw-Hill book Company, édit., New-York, Toronto et Londres. Prix : 7,5 dollars ou 60 schillings.

L'ouvrage concerne les moteurs à courants gazeux des trois types maintenant classiques : turbines à gaz (sans poussée ou avec poussée résiduelle), turbo-réacteurs, stato-réacteurs, à l'exclusion des fusées, dont il est à peine question, et des engins un peu moins au point, comme ceux basés sur le principe de la combustion pulsatoire. Le livre s'adressant à des étudiants élèves ingénieurs mécaniciens, on a également laissé en général de côté les problèmes délicats soulevés par l'adaptation de ces moteurs à l'avion.

Une première partie rappelle les principes de thermodynamique nécessaires au sujet, en insistant particulièrement sur la théorie des écoulements gazeux et sur les divers cycles utilisés dans les appareils étudiés. La deuxième partie comporte un exposé de la théorie générale. suivi aussitôt de l'examen des modèles les plus connus. Enfin, la troisième partie reprend en détail les différentes pièces des moteurs (compresseurs, turbines, chambres de combustion, alimentation) et étudie les qualités des combustibles et des matériaux de construction. Cette dernière partie prépare ainsi l'étudiant à l'établissement des projets, ou tout au moins des avant-projets, des machines en cause.

La plupart des chapitres se terminent par l'indication de problèmes proposés et l'ouvrage est abondamment fourni en références bibliographiques. Il s'agit donc là d'une œuvre pédagogique très soignée.

G. GUILLAUMIN.

WAKSMAN, S. A. — The Actinomycetes. — Their nature - occurence - activities and importance. — Chronica Botanica C° Waltham, Massachusetts U. S. A., 1950, et Lib. Reymann, Paris.

Dans cet important ouvrage, l'auteur expose de nouveau la nouvelle classification des Actinomycetales qu'il avait proposée en 1943 avec Henrici. La répartition de ces bactéries dans les genres **Actinomyces ; Nocardia ; Streptomyces et Micromonospora** est facile lorsqu'il s'agit d'espèces comme **Actinomyces bovis** (considérée comme anaérobie), **Nocardia asteroïdes, Streptomyces albus** ou **Micromonospora chalcea** ; mais beaucoup d'espèces ont des caractères qui les placent entre ces genres. C'est surtout la différenciation entre **Nocardia** et **Streptomyces** qui est la plus délicate à faire. Beaucoup de **Nocardia,** dans certaines conditions de culture, surtout en milieux secs, forment un mycélium aérien, ce qui les apparentent aux **Streptomyces.** Il n'y a que peu de caractères morphologiques et biologiques permettant de séparer les deux genres et cependant cette division est utile puisqu'elle scinde le groupe très riche en espèces des Actinomycètes aérobies, ne formant pas de spores latérales pédicellées.

Nous regrettons que Waksman, avec tous les auteurs américains, utilise le mot conidie pour désigner les condensations protoplasmiques régulières qui se forment dans les filaments « aériens » des **Streptomyces.** Vuillemin, en 1910, a défini d'une façon très précise la conidie. caractéristique des genres **Penicillium** et **Aspergillus,** dont le mode de formation n'a rien de commun avec celui des fructifications du même nom des **Streptomyces.** Nous avions proposé, en 1934, le mot entospore qui nous semble mieux approprié (et non endospore, lequel en cytologie végétale, désigne depuis longtemps la lamelle interne de la membrane). le mot « mycélium aérien » qui désigne les filaments à entospores des **Streptomyces** devrait être changé. Les filaments d'un **Nocardia astéroïdes** se développent au-dessus du milieu de culture, ils sont « aériens ». Ces remarques ne portent que sur la terminologie et non sur le fond de l'exposé remarquable de l'auteur.

Après ces considérations générales, Waksman décrit avec beaucoup de détails l'**Actinomyces bovis** de Harz qu'il identifie à A. Isnaeli, le **Streptomyces griseus** de Krainsky, le **S. lavendulae** (Waksman et Curtis), Waksman et Henrici, le **S. venezuelae,** Erlich, Gohlieb, Burkholder-Anderson et Pridham, le **S. antibioticus,** (Waksman et Woodruff), Waksman et Henrici, le **S. aureofaciens,** Duggar, le **S. scabies,** (Thaxter), Waksman et Henrici.

L'auteur résume ensuite nos connaissances actuelles sur la morphologie des Actinomycètes ainsi que les travaux récents sur l'autolyse de certaines souches, de la lyse par actinophages. L'action de ces phages est très spécifique. Pour une même espèce, certaines couches peuvent être très sensibles alors que d'autres sont résistantes. Les souches de **S. griseus** les plus sensibles aux phages sont celles qui produisent le plus de streptomycine.

Un chapitre est consacré aux variations et mutation chez les Actinomycètes. Ces microorganismes sont très sensibles aux variations de composition du milieu de culture, mais indépendamment de l'influence des facteurs environnants, les Actinomycètes mutent facilement. Les mutations donnent naissance à des organismes très différents morphologiquement et biologiquement à des souches dont ils proviennent. Les rayons X favorisent ces sauts. Deux groupes de **Streptomyces** ont été particulièrement étudiés à ce point de vue : le groupe **S. scabies** et le groupe **S. griseus.** En ce qui concerne le **S. griseus,** Waksman préconise la culture en terre humide qui

permet de lui maintenir ses caractéristiques biologiques, et même de les faire reprendre lorsqu'il les a perdues après avoir été cultivé assez longtemps en milieu artificiel.

Après un rappel des propriétés biochimiques des Actinomycètes, l'auteur énumère toutes les substances antagonistes secrétées par ces bactéries. Leur nombre atteint actuellement la quarantaine. Il insiste naturellement sur la Streptomycine. Les souches actives de **S. griseus** sont rares. Pour les rechercher, des substances riches en bactéries : terres, composts, etc..., sont ensemencées sur des milieux dans lesquels on ajoute la streptomycine pour éliminer les bactéries qui ne reproduisent pas cet antibiotique. L'auteur conseille aussi, pour la recherche des substances antagonistes des **Mycobactérium tuberculosis,** la culture des substances naturelles riches en bactéries sur un milieu ensemencé avec ce bacille. Le milieu est maintenu à 29-30° pour permettre le développement des **Streptomyces,** puis à 37° pour permettre celui du bacille tuberculeux. Enfin, l'action spécifique des actinophages, actifs seulement sur les souches de **S. griseus** productrices de Streptomycine, est préconisée pour la recherche de souches intéressantes.

Les souches actives sont sujettes à des variations donnant des races inactives. Souvent la variation est réversible. L'activité semble se maintenir chez le souches desséchées sous vide froid (cultures lyophiles).

L'auteur termine son ouvrage en indiquant l'importance des Actinomycètes dans la nature. Très abondants dans les sols, ils participent aux désintégrations des matières organiques, en particulier à la formation de d'humus. Le rôle joué par les Actinomycètes dans la fixation de l'azote atmosphérique et dans la décomposition de la cellulose est de moins en moins admis. Waksman rappelle la curieuse symbiose entre le **Streptomyces rhodnii** et de **Rhodnius prolixus.** Les Actinomycètes pathogènes de l'homme et des animaux sont anaérobies (**Actinomyces**) ou aérobies (**Nocardia).** Les actinomycoses sont assez communes. La thérapeutique n'est pas encore très au point. Actuellement la sulfadiazine est associée à la pénicilline mais, à cause de l'incertitude des résultats, les anciennes thérapeutiques iodures, rayons X sont encore utilisées souvent en même temps que les nouvelles.

Cet ouvrage d'ensemble résume l'état actuel de nos connaissances sur les Actinomycètes. Il est écrit par l'homme qui connait le mieux ces microorganismes. C'est un livre qui doit figurer dans les bibliothèques de tous les bactériologistes.

P. JOVET.

Exposés annuels de Biochimie médicale, publiés sous la direction de M. POLONOVSKI ; 13e série, 1 vol. 332 p., avec figures. (Masson et Cie, édit), Paris, 1951. Prix : 1.650 francs.

Ce 13e recueil rassemble treize conférences portant sur des sujets actuels de biochimie médicale, tous de grand intérêt et traités par des spécialistes réputés. On en jugera par leur énumération : Les effets métaboliques de la cortisone et l'A. C. T. H., par **R. S. MACH et E. MACH.** — Squelette et hormones sexuelles, par **M. J. DALLEMAGNE.** — La résorption intestinale des acides gras chez l'animal supérieur, par **P. FAVARGER.** — Quelques désordres du métabolisme des acides aminés, par **C. E. DENT.** — Caroténoides et vision, par R. **GRANGAUD.** — Acide glutamique et métabolisme cérébral, par **P. BOULANGER.** — Quelques récentes acquisitions sur la biochimie de l'hormone thyroïdienne, par **J. ROCHE.** — Métabolisme de l'acétone, par **M. POLONOVSKI et P. VALDIGUIE.** — Les cuproprotéines sanguines et l'affinité pour le cuivre des diverses protéines plasmatiques, par **M. MACHEBŒUF.** — La biosynthèse de la protoporphyrine hémoglobinique, par **A. GAJDOS et M. GAJDOS TOROK.** — Rôle des hormones dans le métabolisme des lipides, par **J. VAN DE VELDE et J. DE SMET.** — Sur les acides pentose et désoxypentosenucléique des tissus, par **P. MANDEL.** — Spécificité des hémoglobines et « maladies moléculaires », par **G. SCHAPIRA et J. KRUH.**

L'ouvrage comporte, en outre, la table alphabétique par auteurs pour les douzes premiers recueils des exposés annuels de Biochimie médicale parus depuis 1939. Un coup d'œil sur cette table démontre l'utilité de l'œuvre entreprise à cette époque par l'éminent directeur de ce cycle annuel de conférences, le Professeur Polonovski. Chacun de ces recueils apporte, en effet, des renseignements extrêmement précieux à tous ceux qui s'intéressent aux grands problèmes biochimiques modernes, c'est-à-dire, en dehors des biochimistes purs, les biologistes, les médecins, les pharmaciens et les physiologistes. Chez ces divers chercheurs et aussi chez les étudiants des Facultés des sciences, médecine ou pharmacie, la lecture de ces exposés, à la fois clairs et complet, ne peut, comme le Professeur Polonovski en exprimait l'espoir dans sa préface de la première série de 1939, qu' « éveiller ou fortifier leur goût de la recherche biochimique et accroitre leur curiosité pour tout ce qui permet d'approcher de plus près le mystère chimique de la vie. »

R. TRUHAUT.

Tables de Constantes et Données Numériques. — 4. Constantes sélectionnées. Données spectroscopiques concernant les molécules diatomiques. Etablies par **R. R. BARROW, A. D. CAUNT, A. R. DOWSNIE, R. HERMAN, E. HULDT, A. Mc KELLAR, E. MIESCHER, B. ROSEN, K. WICLAND. Rédaction générale de B. ROSEN.**

1 vol. 361 p., Paris, 1951, Hermann et Cie, dépositaire.

Ces tables, réalisées sous le double patronage de l'Union internationale de Chimie et de l'Union internationale d'Astronomie, rassemblent un très grand nombre de données numériques sur les molécules diatomiques, et notamment les spectres électroniques situés dans le proche infrarouge, le visible de l'ultraviolet. Présentées dans l'ordre alphabétique des symboles des molécules, elles donnent dans le cas général pour chaque molécule les renseignements suivants : A. — Méthodes de production des spectres ; B. — Systèmes et groupes de bandes : 1°) Tables d'ensemble donnant pour chaque système ou groupe, les états correspondants à la transition, les sources favorables, les limites d'observation, le sens de dégradation, les longueurs d'ondes des têtes de bandes les plus caractéristiques, les valeurs des fréquences, les références les plus importantes ; 2°) des tables donnant des détails relatifs à chaque système ou groupe de bandes ; C. — Constantes moléculaires ; D. — Données concernant les phénomènes de perturbation, de prédissociation ou de préionisation ; E et F. — Dans quelques cas des courbes d'énergie potentielle et des données sur le comportement photochimique ; G. — Bibliographie tenant compte des travaux publiés au cours du premier semestre de 1951.

G. PETIAU.



REVUES GÉNÉRALES EN LANGUE FRANÇAISE

ATOMES, n° 81, décembre 1952.

P. MESNAGE : Le monde compliqué de l'horlogerie électrique. — **M. R. BURET :** La France doit-elle faire du caoutchouc synthétique ? — **A. ANANOFF :** Pourquoi le voyage dans la lune n'est pas encore réalisé. — Les îles errantes. — Coups de gong et mur sonique.

ENDEAVOUR, vol. XI, n° 44.

Les sciences dans la presse quotidienne. — **T. P. HILDITCH :** Les corps gras des fruits ou des graines. — **A. C. CROMBIE :** Un enlumineur naturaliste du XIVe siècle : Cybo d'Hyères. — **A. BUTENANDT :** Le mode d'acrion des facteurs héréditaires. — **Thomas W. M. CAMERON :** Parasitisme, évolution et phylogenèse. — **W. JACOBSON et W. WEBB :** Le rôle des nucléoprotéines dans la division cellulaire. — **E. G. PRINGSHEIM :** Organismes ferrugineux. — **G. M. B. DOBSON :** L'ozone de l'atmosphère terrestre.

LA NATURE, n° 3211, novembre 1952.

R. MERLE : Les Scorpions. — **L. PERRUCHE :** Le Germanium. — **J. LACHNITT :** Les tabeaux de bord. — **A. BRETON :** Les Colorimètres. — **M. GRENON :** Le tritium ou hydrogène radioactif. — **P. DEVAUX :** Les gyro-véhicules. — **J. C. FILLOUX :** La Psychologie animale et la méthode scientifique. — **F. LOT :** Six Prix Nobel naquirent il y a cent ans. — **A. CHASTAIN :** Le second voyage aux îles Kerguelen et les deux erreurs du botaniste Adanson.

LA NATURE, n° 3212, décembre 1952.

Y. CHRIST : La conservation des ruines. — **J. TREFOUEL** et **Mme Th. J. TREFOUEL :** Le Chimiste et la Bactérie. — **R. J. GAUTHERET :** La culture des tissus végétaux. I. Principes généraux. — **A. MOLES :** Vibrations et structure moléculaire. — **R. GIRSCHIG :** Coussinets poreux auto-lubrifiants. — **CRAMER :** Colladon, physicien et ingénieur (1802-1893). — **A. IVANOFF :** Les aberrations de l'œil.

REVUES GÉNÉRALES EN LANGUES ÉTRANGÈRES

EXPERIENTIA, vol. VIII, fasc. 11 et 12, novembre et décembre 1952.
Kurt H. MEYER : The Past and Present of Starch Chemistry. — **M. CALVIN** et **P. MASSINI :** The Path of Carbon in Photosynthesis. XX. The steady State.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES
contenues dans le tome LIX de la R. G. S.

I. - CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

II. - ARTICLES ORIGINAUX

Biographies

Biologie et Médecine

Géologie et Géographie

Histoire des Sciences

Mathématiques

Sciences Physiques

III. - BIBLIOGRAPHIE

TABLE ANALYTIQUE DES AUTEURS

Note de la Rédaction. — Désireux de réduire au minimum la place occupée par les tables, nous nous sommes contentés d'indiquer ci-dessous les noms des auteurs dont les ouvrages ont été analysés dans le tome LIX.

Dépôt légal 1er trimestre 1953 : n° 5357. Le Gérant : R. CONSTANS.
Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 1650 - 1-53.